



**Maßnahme: Meeresstrategie Rahmenrichtlinie (MSRL) Biodiversität
Makrophyten Ostseeküste**

[Aktenzeichen 0608-451219]

- Abschlussbericht -

von
Claas Hiebenthal und Gesche Bock
(GEOMAR)

IM AUFTRAG
DES LANDESAMTS FÜR LANDWIRTSCHAFT, UMWELT UND LÄNDLICHE RÄUME
(SCHLESWIG-HOLSTEIN)
NOVEMBER 2013

I Inhaltsverzeichnis

- Abschlussbericht -	1
I Inhaltsverzeichnis	2
II Abbildungsverzeichnis	5
III Tabellenverzeichnis	8
1 Zusammenfassung (deutsch)	10
2 Summary (English)	11
3 Einleitung	13
4 Elemente der MSRL und WRRL	15
4.1 Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: Inhalt und Ziele	15
4.1.1 Anfangsbewertung - MSRL	16
4.1.2 Guter Umweltzustand - MRSL	17
4.1.3 Festlegung der Umweltziele - MSRL	21
4.1.4 Überwachungsprogramme - MSRL	22
4.1.5 Maßnahmenprogramme - MSRL	22
4.2 Die Wasserrahmenrichtlinie	22
4.2.1 Ökologischer Zustand - WRRL	23
4.2.2 Definition der Umweltziele - WRRL	24
4.2.3 Überwachung des ökologischen Zustands - WRRL	24
4.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Elemente von MSRL und WRRL	25
5 Diskussion der Anwendung von Monitoring-Programmen in WRRL und MSRL	27
5.1 Anwendung von WRRL-Monitoring-Programmen in Schleswig-Holstein	27
BALCOSIS-Verfahren	27
MarBIT-Verfahren	28
WRRL-Monitoring-Programme an der Nordseeküste	29
5.2 Anforderungen an ein Makrophyten-Monitoring seitens der MSRL	29
6 Konkretisierung der methodischen Vorgehensweise in den Projektmodulen	32
6.1 Vorgehen Modul 1: Konzeptentwicklung	32
6.1.1 Verwendung WRRL-Bewertungsverfahren (BALCOSIS, MarBIT) für die MSRL	33
6.1.1.1 Deskriptor biologische Vielfalt	33
6.1.1.2 Andere betroffene Deskriptoren	39

6.1.2	Defizite der praktizierten Methoden in Hinblick auf die Verwendung für die MSRL	41
6.1.3	Verwendung LASH für MSRL (Jahreszeitliche Varianz)	42
6.1.4	Konzept zum Makrophytenmonitoring nach MSRL.....	44
6.2	Vorgehen Modul 2: Testmonitoring.....	53
6.2.1	Beprobter Wasserkörper 1: Außenschlei.....	55
6.2.2	Beprobter Wasserkörper 2: Neustädter Bucht.....	58
6.2.3	Auswertung Testmonitoring.....	62
6.3	Vorgehen Modul 3: Vergleich verschiedener Diversitätsbegriffe und Bewertung der BALCOSIS-Parameter „Artenreduktion“ und „ <i>Fucus</i> -Tiefe“ als Maß für Biodiversität.....	64
6.4	Vorgehen Modul 4: Koordination auf regionaler Ebene (OSPAR und HELCOM).....	65
6.5	Vorgehen Modul 5: Bilderatlas	65
7	Ergebnisse und Fazit	66
7.1	Ergebnisse Modul 1: Konzeptentwicklung	66
7.2	Ergebnisse Modul 2: Testmonitoring.....	67
7.2.1	Gemeinschaftsanalysen – Vergleich beider Wasserkörper	68
7.2.2	Wasserkörper Außenschlei.....	69
7.2.3	Wasserkörper Neustädter Bucht.....	74
7.2.3	Biomasse- und Diversitätsmuster.....	78
7.2.4	Bewertung des Umweltzustand gemäß BALCOSIS-Verfahrens auf Basis der Daten dieser Studie, Vergleich zeitgleicher mit BALCOSIS-Beprobung	86
7.2.5	Invertebraten-Fauna in beiden Wasserkörpern.....	90
7.3	Ergebnisse Modul 3: Diversitätsvergleiche.....	93
	Kurzzusammenfassung des Begriffs der „biologischen Vielfalt“ im Kontext der MSRL	93
	Bewertung des BALCOSIS-Bewertungsparameters „Artenreduktion“	94
	Bewertung des BALCOSIS-Bewertungsparameters „ <i>Fucus</i> -Tiefe“.....	95
7.4	Ergebnisse Modul 4: Koordination auf regionaler Ebene	97
7.5	Ergebnisse Modul 5: Bilderatlas	97
7.6	Fazit.....	97
8	Quellen	100
	ANNEX.....	105

Anhang I: Deskriptoren des Guten Umweltzustandes (aus Water and Marine Director of Germany (2010), nach Anhang I MSRL).	105
Anhang II: Kern- und weitere Indikatoren nach aktuellem Diskussionsstand im Rahmen des HELCOM-Projekts CORESET II(November 2013)für die Bewertung der Meeresumwelt der Ostsee auf Ebene der Meeres(unter-)region nach MSRL.	106
Anhang III: Ausführliches Tauchprotokoll September 2012 – September 2013	109
Anhang IV: Makroalgenarten bzw. –gattungen der untersuchten Wasserkörper (Neustädter Bucht: „BRO/NST“, Außenschlei: „AUS“). Angaben über Lebensdauer nach Pankow, 1990. Einordnung als Opportunist nach WRRL Handlungsanweisung.	114
Anhang V: Makrofauna-Arten und taxonomische Gruppen der beiden Wasserkörper Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“); die Ziffern 1-4 beschreiben, bei wie vielen Beprobungen (Untersuchungsmonaten) die Art / das Taxon gefunden wurde. Sessile und „halbsessile“ Arten sind unterstrichen.	117
Anhang VI: Einfluss der Invertebraten-Arten/Taxa auf Unterschiede zwischen Wasserkörpern und Tiefenstufen.....	122
Anhang VII: Vergleich der hier gefundenen Arten mit für die FFH Lebensraumtypen „Riffe“ (1170) und „Flache große Meeresarme und – Buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)“ (1160) in den nationalen Berichten an die Europäische Kommission („Report on the main results of the surveillance under article 11 for annex I habitat types (Annex D)“) als typisch genannten Arten.....	129

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anwendungsbereich der MSRL im Verhältnis zu anderen EG-Richtlinien und Konventionen. Quelle: Ginzky (2010).....	15
Abbildung 2: Umweltzustände/-bewertungen im Vergleich (Water and Marine Director of Germany 2010).	26
Abbildung 3: Schematischer Ablauf der Probennahme im Testmonitoring.	54
Abbildung 4: Zeiträume der Probenahmen in 2012 und 2013.	55
Abbildung 5: Station Schleimünde, Sedimentkarte Kieler Bucht (verändert nach Werner, Arntz und Tauchgruppe Kiel (1974)).	56
Abbildung 6: Station Schleimünde, Seekarte.....	56
Abbildung 7: Tauchplätze (TP) Station Schleimünde, Satellitenbild Google Earth.....	57
Abbildung 8: Station Brodtener Ufer, Seekarte I.....	59
Abbildung 9: Station Brodtener Ufer, Seekarte II.....	59
Abbildung 10: Station Brodtener Ufer, Sidescan-Sonar-Analyse Lübecker Bucht (aus: Schwarzer & Feldens (2010)).	60
Abbildung 11: Tauchplätze Neustadt und Brodtener Ufer, Satellitenbild Google Earth.....	62
Abbildung 12: Bestimmung der Stein-Oberfläche mittelt Alufolie.....	63
Abbildung 13: Ähnlichkeiten der Makroalgengemeinschaften in den Wasserkörpern Außenschlei (AUS) und Neustädter Bucht (BRO) im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, grün) und im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe, blau).	69
Abbildung 14: Außenschlei 0-2 m (Fotos: C. Hiebenthal).	70
Abbildung 15: Außenschlei 5-7 m (Foto: C. Pansch).	71
Abbildung 16: Außenschlei 11 m (Foto: C. Pansch).	71
Abbildung 17: Außenschlei 15 m (Foto: C. Pansch).	72
Abbildung 18: Ähnlichkeiten der Makroalgengemeinschaften des Wasserkörpers Außenschlei (AUS) im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, grün) und im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe, blau) im Juli 2013.....	73
Abbildung 19: Ähnlichkeiten der Flachwasser-(2 und 6 m Tiefe)-Makroalgengemeinschaften des Wasserkörpers Außenschlei zu verschiedenen Probenahmezeitpunkten im Jahr (grün: September 2012, dunkelblau: April 2013, hellblau: Mai 2013, rot: Juli 2013).....	74
Abbildung 20: Neustadt 0-2 m (Foto: C. Hiebenthal).....	75
Abbildung 21: Brodtener Ufer 5-7 m (Foto: C. Pansch).....	75
Abbildung 22: Brodtener Ufer 10 m (Foto: C. Pansch).	76
Abbildung 23: Brodtener Ufer 15 m (Foto: C. Hiebenthal).	76

Abbildung 24: Ähnlichkeiten der Makroalgengemeinschaften des Wasserkörpers Neustädter Bucht (BRO/NST) im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, grün) und im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe, blau) im Juli 2013.....	77
Abbildung 25: Ähnlichkeiten der Flachwasser-(2 und 6 m Tiefe)- Makroalgengemeinschaften des Wasserkörpers Neustädter Bucht zu verschiedenen Probennahmezeitpunkten im Jahr (grün: September 2012, dunkelblau: April 2013, hellblau: Mai 2013, rot: Juli 2013).....	78
Abbildung 26: Biomasse (der Algenarten) im Wasserkörper Außenschlei in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).	79
Abbildung 27: Anzahl der Algenarten im Wasserkörper Außenschlei in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).	80
Abbildung 28: Gleichverteilung (Pilot's Evenness) der Algenarten im Wasserkörper Außenschlei in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).	80
Abbildung 29: Biomasse (Algenarten) im Wasserkörper Neustädter Bucht in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).	82
Abbildung 30: Anzahl der Algenarten im Wasserkörper Neustädter Bucht in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).	83
Abbildung 31: Gleichverteilung (Pilot's Evenness) der Algenarten im Wasserkörper Neustädter Bucht in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).	83
Abbildung 32: Vergleich der Artenzugewinn-Aufwands-Kurven (Arten-Areal- Kurven) bei Berücksichtigung aller Tiefen und bei ausschließlicher Berücksichtigung der Tiefen 1 bis 6m.	85
Abbildung 33: Korrelation der Artenzahl der gefundenen Fauna- mit der Artenzahl der gefundenen Flora-Taxa, über alle Probenahmen.	86
Abbildung 34: MDS-Plot zur Illustration des Einflusses der Faktoren Tiefe und Wasserkörper (Außenschlei: „AUS“, Neustädter Bucht: „NST“ und „BRO“) auf die Fauna im Juli 2013. Eingekreist sind die Replikate der verschiedenen Tiefen und Stationen und die Cluster der zwei und sechs Meter bzw. zehn und 15 m Tiefe.	91
Abbildung 35: MDS-Plot der verschiedenen Monate an der Station Außenschlei über alle Tiefen. Die Symbole zeigen jedes Replikat der verschiedenen Tiefen.....	92
Abbildung 36: MDS-Plot der verschiedenen Monate an der Station Brodtener Ufer über alle Tiefen. Die Symbole zeigen jedes Replikat der verschiedenen Tiefen.....	93

Abbildung 37: Verhältnis der Makroalgen-Artenzahl zur Reduktion typischer Makroalgenarten (BALCOSIS-Bewertungsparameter „Artenreduktion“) zur an der jeweiligen Station. Artenzahl ermittelt nach BALCOSIS Biomasseerhebungen aus Kratzproben in 0-2m und 5-7m Wassertiefe.	95
Abbildung 38: Verhältnis der Makroalgen-Artenzahl zur maximalen Verbreitungstiefe eines dichten <i>Fucus</i> spp.-Bestands (BALCOSIS-Bewertungsparameter „ <i>Fucus</i> -Tiefe“) zur an der jeweiligen Station. Artenzahl ermittelt nach BALCOSIS Biomasseerhebungen aus Kratzproben in 0-2 m und 5-7 m Wassertiefe.	96

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuordnung von WRRL-Bewertungsverfahren BALCOSIS und MarBIT zu MSRL Deskriptoren.....	20
Tabelle 2: Deskriptor 1 - biologische Vielfalt (Makrophyten und MZB).....	35
Tabelle 3: Bewertungsklassen gemäß BALCOSIS- und MarBIT-Verfahren (aus Fürhaupter & Meyer (2009)).	45
Tabelle 4: An der deutschen Ostseeküste heimische Braun- und Rotalgen („x“: gehört in diese Kategorie, „?x“: gehört vermutlich in diese Kategorie, „?n“: gehört vermutlich nicht in diese Kategorie, „?“: unbekannt/unklar).	47
Tabelle 5: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Abundanzen von Opportunisten und ausgewählten typischen perennierenden Makroalgenarten in 10-12 m Wassertiefe.....	48
Tabelle 6: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Abundanzen von Opportunisten und ausgewählten typischen perennierenden Makroalgenarten in ~15 m Wassertiefe.....	49
Tabelle 7: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Entwicklung der Anzahl von Neobiota.	50
Tabelle 8: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Artenreduktion (im Vergleich zur (Gesamt-)Referenzliste) von ausgewählten typischen Makrophytenarten in 0-5 m, 10-12 m und ~15 m Wassertiefe.....	51
Tabelle 9: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der 10% Bedeckungsgrenzen des Phytals (blättrige Rotalgen-Makrophyten).....	52
Tabelle 10: Detaillierte Zeiträume der Probenahmen in 2012 und 2013.	55
Tabelle 11: Tauchplätze (TP) Schleimünde/Außenschlei.	57
Tabelle 12: Tauchplätze Neustadt und Brodtener Ufer.....	61
Tabelle 13: Vergleich der Artenlisten mit typischen Arten gemäß FFH-Lebensraumtypen. Dargestellt ist jeweils farbig die Anzahl der in dieser Studie gefundenen Arten, die mit den Arten der FFH-Listen (schwarz: Anzahl der in den FFH-Listen genannten Arten) übereinstimmen.....	68
Tabelle 14: Ergebnisse der repeated measures ANOVA. Einfluss von Wassertiefe und Jahreszeit auf Biomassen und Diversitätsparameter der Makroalgen in den Wasserkörpern Neustädter Bucht und Außenschlei.	81
Tabelle 15: Darstellung der Klassengrenzen der Bewertungsparameter des Faktors HARTSUBSTRAT/PHYTAL.	87
Tabelle 16: Gesamt Biomasse, Summe der Opportunisten, Anteil der Opportunisten, Anteil <i>Furcellaria lumbricalis</i> und Biomasse <i>Furcellaria lumbricalis</i> der Wasserkörper Neustädter Bucht (BRO/NST) und Außenschlei (AUS) in den Monaten September 2012 und Juni 2013, 6m Tiefe.	87

Tabelle 17: Begleitparameter Opportunisten (5-7m) und <i>Furcellaria</i> (5-7m) ermittelt nach BALCOSIS-Probenname und hier durchgeführtem Testmonitoring („Test-M.“) in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2012 und 2013. Farbgebungen illustrieren Bewertung gemäß BALCOSIS-Verfahren (Tab. 15).	88
Tabelle 18: Begleitparameter Artenreduktion; Liste der charakteristischen/repräsentativen Arten des Phytals im 5-7 m Tiefenbereich ermittelt nach BALCOSIS-Probenname und hier durchgeführtem Testmonitoring („Test-M.“) in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2012. Farbgebungen illustrieren Bewertung gemäß BALCOSIS-Verfahren (Tab. 15).	89
Tabelle 19: Begleitparameter Artenreduktion; Liste der charakteristischen/repräsentativen Arten des Phytals im 5-7 m Tiefenbereich ermittelt nach BALCOSIS-Probenname und hier durchgeführtem Testmonitoring („Test-M.“) in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2013. Farbgebungen illustrieren Bewertung gemäß BALCOSIS-Verfahren (Tab. 15).	89
Tabelle 20: Mittelwerte der Biomassen (mg), Individuen (n) und Artenzahl der Fauna in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2, 6, 10 und 15 m Tiefe. Summiert über Gesamtzeitraum ohne April 2013, da dort die 6 und 10 m Tiefe nicht beprobt wurden.	90
Tabelle 21: Korrelationen (mit Korrelationskoeffizient „r“) der BALCOSIS-Bewertungsparameter „Artenreduktion“ und „Fucus-Tiefe“ mit den Diversitätsparametern Artenzahl „S“, Simpson-Diversität „D“, Equitability/Evenness „E“, Shannon-Diversität „H“ und Piloni-Evenness „J“.	94

1 Zusammenfassung (deutsch)

Die deutsche Nord- und Ostsee sind intensiv vom Menschen genutzte Meeresgebiete. Die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) trat am 15. Juli 2008 in Kraft, mit dem Ziel, bis 2020 einen – analog zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) - „guten Umweltzustand“ (GUZ) der Meeresumwelt in den Gewässern der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union zu erreichen.

Makrophyten wirken stabilisierend auf die Sedimente in Küstenzonen und bilden eine dreidimensionale Struktur am Meeresgrund, die Lebensraum für unzählige Wirbellose und höhere Tiere bietet. Hier wurde ein Konzept zur Umsetzung der Meeresstrategie-Richtlinie der EU (MSRL) bezüglich des biologischen Merkmals Makroalgen erstellt und geprüft, ob die in anderen Verfahren (BALCOSIS und LASH) gewonnenen Daten zusammen die Anforderungen der MSRL erfüllen können. Dazu wurden in zwei WRRL-Wasserkörpern in zusätzlichen Wassertiefen (zu den im Rahmen von BALCOSIS beprobten Tiefen) und an mehreren Zeitpunkten des Jahres Steine auf alle darauf siedelnde Algenarten untersucht. Auf diese Weise sollte ermittelt werden, ob die durch BALCOSIS erfassten Arten stellvertretend indikativ die geforderte Bewertung der Biodiversität von Makroalgen für die MSRL abdecken können oder ob weitere Monitoring- und Bewertungsverfahren implementiert werden müssen.

Die im Zusammenhang eines Vergleichs der Monitoring-Ansprüche der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie und der Wasserrahmenrichtlinie relevanten Elemente sowie bestehende WRRL-(Makrophyten- und MZB-)Monitoring-Programme wurden beschrieben. Die Ansprüche der MSRL an solche Monitoring-Programme im Flachwasser wurden herausgearbeitet und Defizite der WRRL-Monitoring-Programme gegenüber MSRL-Ansprüchen wurden identifiziert. Das LASH-Projekt eignet sich nicht für die Erfassung jahreszeitlicher Variabilität der Makrophyten äußerer Küstengewässer. Es wurden zwei Monitoring-Konzepte konzipiert. Während das „erschöpfende Monitoring“ alle Ansprüche der MSRL an Monitoring-Programme abdeckt, die auf der Ebene von WRRL-Wasserkörpern bzw. eines Bundeslandes abgedeckt werden können, bleiben im „Testmonitoring“ (dabei nicht erfüllbare) Aspekte unbeachtet.

Es zeigte sich, dass ein Monitoring, das die „Defizite“ des BALCOSIS-Verfahrens gegenüber MSRL-Ansprüchen bezüglich Wassertiefe >10 m, jahreszeitlicher Varianz und Diversität ausgleicht, möglich ist und hier in zwei Wasserkörpern (gem. WRRL) viermal durchgeführt werden konnte. Die Analyse der erhobenen Daten ergab, dass Erhebungen der Makrophyten in größeren Tiefen, als im Rahmen von BALCOSIS durchgeführt (0 - 7 m), -abhängig vom Standort - erheblichen Informationsgewinn über den Zustand eines Gewässers liefern können. Denn, obwohl am Wasserkörper Außenschlei wenig zusätzliche Erkenntnisse gewonnen wurden, konnten im Wasserkörper Neustädter Bucht in Tiefen >10 m Rotalgenbestände beprobt werden, die bei 5 - 7 m nicht gefunden wurden. Dies betrifft zum Teil auch charakteristische, repräsentative Arten gemäß BALCOSIS. Die Erhebungen der Makrophyten zu verschiedenen Jahreszeiten (0 - 7 m) lieferten dagegen nur geringen zusätzlichen Informationsgewinn. Eine Bewertung der hier beprobten Wasserkörper nach BALCOSIS kommt auf Basis der Testmonitoring-Daten bei denselben Stationen zu gleichen Ergebnissen wie auf Basis der BALCOSIS-eigenen Daten.

Die räumliche Ausdehnung von Makrophytenbeständen kann in der Ostsee nur unter extremem Aufwand (taucherisch und mit UW-Kameras) erfasst werden. Alternativen könnten die

Erfassung der unteren Phytalgrenze oder eine umfassendere Side-Scan-Erfassung des steinigen Grunds und zusätzliche stichprobenartige Beprobung des Meeresgrunds sein. Weitere Defizite im Bereich der Bewertung des Umweltzustands auf Ökosystemebene und bezüglich der Vergleichbarkeit bzw. Standardisierung der Überwachungsverfahren und der Kohärenz, Vergleichbarkeit, Aggregationsfähigkeit und Vermeidung von Redundanz der erhobenen Informationen in und zwischen den Meeres(unter)regionen wurden identifiziert - jedoch im Rahmen dieses Projekt keine Lösungsvorschläge erarbeitet.

Beim Vergleich verschiedener Diversitätsbegriffe ergab sich, dass die BALCOSIS-Bewertungsparameter „Fucus-Tiefe“ und „Artenreduktion“ bei starker Streuung durchaus die Biodiversität der Makroalgen an den jeweiligen Standorten widerspiegeln. Da sie das Vorhandensein lokal typischer Arten bewerten bzw. mit ihnen eine strukturgebende Gattung des Habitats erfasst wird, können beide Parameter als ein Maß für die Diversität küstennaher Makrophytengemeinschaften bei der Erfassung des Umweltzustands gemäß MSRL verwendet werden. Das BALCOSIS-Verfahren kann/könnte also einen Beitrag zum MSRL-Makrophyten-Monitoring leisten. Die hier gewonnenen Daten zeigen aber auch, dass Makroalgenmonitorings nur einen Anhaltspunkt für die Gesamtdiversität darstellen und ein zusätzliches Monitoring der Fauna nicht ersetzen können.

2 Summary (English)

Both the German North Sea and Baltic Sea are intensively utilised by men. The EU Marine Strategy Framework Directive (MSFD), entered into force at July 15th 2008, is aiming to achieve a “good environmental state” for the marine environment of all EU member states until 2020 – similar to the Water Framework Directive (WFD).

Macrophytes have a stabilising effect on coastal zone sediments and form a 3D sea floor structure that poses as habitat for innumerable invertebrate and higher taxa. In this work a concept concerning macroalgae as biological feature in the context of the MSRL implementation was designed. It was tested whether existing data from other operations (BALCOSIS and LASH) can fulfil the MSFD requirements when combined. Therefore in two WFD water bodies stones were analysed for all benthic algae species in additional water depths and on additional dates. This was in order to learn whether the species found with the BALCOSIS program are sufficient for the MSFD-related evaluation of macroalgae diversity or whether additional procedures for monitoring and evaluation need to be implemented.

Monitoring demands stated in MSFD and WFD were compared and existing WFD monitoring programs (macrophytes and macro-zoobenthos MZB) were described. MSFD demands concerning shallow water monitoring programs were elaborated and deficiencies in WFD programs relating to the MSFD demands were identified. The LASH project is unable to measure the seasonal variability of macrophytes of outer coastal waters. Two monitoring concepts were created: While the “exhaustive monitoring” covers all MSFD demands concerning monitoring programs that can be fulfilled on WFD/federal state level, the “test monitoring” cannot cover all aspects.

We found that it is possible to operate a monitoring that fills the gap between BALCOSIS procedures and the MSFD demands concerning water depths > 10 m, seasonal variability and diversity. This monitoring was conducted four times in two WFD water bodies. The data

analysis showed that a macrophyte sampling in depths exceeding those for BALCOSIS (0 - 7 m) can – depending on the site –substantially increase the information gain concerning the state of the water body. While only few additional information was gained for the Außen-schlei water body, in the Neustädter Bucht water body samples of red algae meadows not found in 5 - 7 m depth could be taken in > 10 m depth. This includes taxa described/used as characteristic species in the BALCOSIS program. Only little additional information could be gained by the macrophyte sampling in several seasons (0 - 7 m depth). In a water body evaluation after BALCOSIS the same results were achieved with “test monitoring” data and BALCOSIS data at the stations considered.

The determination of the spatial extension of macrophyte meadows in the Baltic Sea would be extremely costly (using divers and/or underwater camera). Alternatively the lower margin of the Phytal could be determined, or an extensive side-scan-sonar recording of stony bottoms combined with a grab sampling could be conducted. Additional shortcomings concerning the assessment of the environmental state of ecosystem level as well as concerning the comparability, standardization of monitoring procedures as well as the coherence, comparability and avoidance of redundancy of gathered information within and between marine regions or sub-regions were identified but proposals for solution could not be developed within the framework of this study.

The comparison of several definitions of „diversity“ showed that the parameters “Fucus-depth” and “reduction of species” used in BALCOSIS can, while having a substantial scatter, indeed reflect macroalgae diversity at a certain site. Because they evaluate the presence of locally typical species and assess a species that gives structure to the habitat, respectively, both parameters can serve as a measure for coastal macrophyte communities in determining the environmental state according to MSFD. Thus the BALCOSIS operation can/could contribute to the MSFD macroalgae monitoring. At the same time the data gained in the framework of this study illustrate that macroalgae monitorings give evidence for the overall diversity only and cannot substitute additional fauna monitorings.

3 Einleitung

Die deutsche Nord- und Ostsee sind intensiv vom Menschen genutzte Meeresgebiete. In beiden Meeren gibt es dadurch Belastungen - u. a. durch sehr hohe Seeverkehrsdichten, durch Abfälle, Überfischung, Abbau von Sedimenten, den Aufbau von Offshoreanlagen und durch die Einleitung von Schadstoffen (z.B. Siebert et al. 2001; Brenk 2003; Vinther & Larsen 2004; z.B. BfN 2008; ICES 2008; Schroeder et al. 2008; Sutton & Boyd 2009; Marencic & de Vlas 2010).

Des Weiteren haben Nährstoffeinträge aus Siedlungsabwässern und der Landwirtschaft einen negativen Einfluss auf die Ökosysteme der Meere – besonders in den Küstenbereichen (Nixon 1995; Diaz & Rosenberg 2008). Auch wenn seit Anfang der 1980er Jahre die Zuleitung von Nährstoffen aus den Flüssen in die Meere teils wieder rückläufig ist, sind die Nitrat- und Phosphatwerte stellenweise bis heute erhöht. Eine wesentliche Folge ist die vermehrte Produktion von Phytoplankton, was zu einer verstärkten Trübung der Wassersäule führt (z.B. Lozan et al. 1996; Marencic & de Vlas 2010).

Die EG-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) trat am 15. Juli 2008 in Kraft, mit dem Ziel, bis 2020 einen – analog zur Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) - „guten Umweltzustand“ (GUZ) der Meeresumwelt in den Gewässern der Mitgliedsstaaten der Europäischen Union zu erreichen. Damit wurde ein einheitlicher Ordnungsrahmen für den Umweltzustand der Meeresgewässer der EU-Mitgliedstaaten vorgegeben und deren Gewässerpolitik auf alle europäischen Gewässer ausgedehnt (2008/56/EG 2008, MSRL).

Um den Problemen der jeweiligen Meeresregionen zu begegnen, sollen laut MSRL grenzübergreifende Betrachtungen angestellt und für die Bewirtschaftung der Gewässer jeweils regionalspezifische Lösungen entwickelt werden. Neben der Beschreibung eines guten Umweltzustands (Artikel 9) müssen die Staaten Ziele und Indikatoren erstellen, die zeigen, ob sie den GUZ erreichen, Monitoringprogramme etablieren (Artikel 11), die den Fortschritt in Richtung GUZ festhalten und Maßnahmenprogramme entwickeln, die den GUZ herbeiführen oder erhalten (2008/56/EG 2008, MSRL). Die Erstellung der Maßnahmenprogramme bis spätestens 2015 erfordert eine umfassende Kenntnis der marinen Ökosysteme und deren Belastungen.

Nach Anhang III („Merkmale und Belastungen“) , Tabelle 1 („Merkmale“) der MSRL sind im Rahmen der Anfangsbewertung (Artikel 8, Absatz 1(a) (BLANO 2012a; BLANO 2012b)), zur Beschreibung des guten Umweltzustands (Artikel 9 (BLANO 2012c; BLANO 2012d)), zur Festlegung von Umweltzielen (Artikel 10 (BLANO 2012e; BLANO 2012f)) und zur Erstellung von Überwachungsprogrammen (Artikel 11) neben anderen biologischen Merkmalen *marine Makroalgen* hinsichtlich ihrer Artenzusammensetzung, Biomasse und annuellen sowie interannuellen Variabilität und Biodiversität zu erfassen und zu bewerten.

Kommt es bei der Benennung von Indikatoren im Rahmen der MSRL zu Überlappungen mit biologischen Qualitätsindikatoren der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), *sollten diese zunächst auf ihre Anwendbarkeit für die MSRL geprüft werden* (Water and Marine Directors of Germany 2010).

Marine Makrophytenbestände sind diverse und produktive Lebensräume, strukturgebend aufgebaut aus grünen, roten oder braunen Makroalgen (vorwiegend auf Hartsubstraten) oder aus marinen Gefäßpflanzen wie Seegräsern (auf Weichböden). Die Makrophyten wirken stabili-

sierend auf die Sedimente in Küstenzonen und bilden eine dreidimensionale Struktur am Meeresgrund, die Lebensraum für unzählige Wirbellose und höhere Tiere bietet. In den letzten Jahrzehnten konnte global ein Rückgang in der Bedeckung, Dichte und Tiefenverbreitung von Makrophytenbeständen beobachtet werden. Ursachen sind insbesondere in der anthropogenen Eutrophierung und in der Fischerei aber auch in anderen menschlichen Aktivitäten, wie Sedimentabbau, und im Klimawandel zu finden (Hiebenthal et al. 2012).

Im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden Bewertungsverfahren für die Makrophyten (BALCOSIS in den äußeren Küstengewässern, ELBO in den inneren KG) und für das Makrozoobenthos (MarBIT) der deutschen Ostseeküste (Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern) entwickelt. Die hierauf beruhenden Bewertungen flossen bereits (ebenso wie FFH-, HELCOM-, und OSPAR-Bewertungen) in die Anfangsbewertungen gemäß Artikel 8 MSRL für die deutsche Nord- und Ostsee ein, mit dem Ergebnis, dass sich die Makrophyten und das Makrozoobenthos der deutschen Nord- und Ostsee derzeit *nicht* in einem guten Umweltzustand befinden.

Jedoch erfüllen die bestehenden Verfahren nicht alle Voraussetzungen der von der MSRL geforderten Bewertung der Meeresökosysteme. Die Anforderungen der MSRL werden im BALCOSIS-Verfahren u. a. dadurch nicht vollständig erfüllt, dass in den WRRL-Wasserkörpern „nur“ *einmal im Jahr* Steine aus den *Tiefenzonen 0-2 m und 5-7 m* bezüglich sieben unterschiedlich gewichteter Bewertungsparameter untersucht werden. Auf der Grundlage dieser Parameter wird dann der aktuelle Umweltzustand bewertet.

Am GEOMAR existiert darüber hinaus das LASH („Langzeit-Algenmonitoring S.-H.“) - Programm. Dabei handelt es sich um ein Monitoring-System im Auftrag des LLUR, dass an drei Standorten (Maasholm, Kiel-Friedrichsort (beim ehemaligen Marine Fliegergeschwader „MFG 5“), Fehmarn) zeitlich hoch aufgelöst (wöchentlich im Sommerhalbjahr und monatlich im Winterhalbjahr) die Besiedlung durch junge Makrophyten im Flachwasser auf künstlichen Hartsubstraten erfasst.

In der vorliegende Studie wurde ein Konzept zur Umsetzung der Meeresstrategierichtlinie der EU (MSRL) bezüglich des biologischen Merkmals *Makroalgen* erstellt und geprüft, ob die in den Verfahren BALCOSIS und LASH gewonnenen Daten zusammen die Anforderungen der MSRL erfüllen können. Dazu wurden beispielhaft in zwei WRRL-Wasserkörpern in zusätzlichen Wassertiefen und an mehreren Zeitpunkten des Jahres Steine auf alle darauf siedelnde Algenarten untersucht. Auf diese Weise sollte ermittelt werden, ob die durch BALCOSIS und LASH erfassten Arten stellvertretend indikativ die geforderte Bewertung der Biodiversität von Makroalgen für die MSRL abdecken können oder ob weitere Monitoring- und Bewertungsverfahren implementiert werden müssen. Das Ergebnis der Untersuchung soll also eine durch Daten abgesicherte Rechtfertigung sein, dass durch die WRRL-Verfahren (bzw. BALCOSIS) auch die Anforderungen der MSRL für Ostsee-Küstengewässer erfüllt sind oder (falls nicht) ein geeignetes Verfahren vorlegen, das dann in den Folgejahren unmittelbar getestet werden kann.

Das Hauptgewicht dieser Studie liegt auf dem biologischen Merkmal (MSRL) „Makroalgen“ in der Bewertungseinheit „s.-h. Ostsee“ mit Bezug auf den Umweltzustands-Deskriptor 1 „biologische Vielfalt“. Die Studie berücksichtigt aber auch weitere Komponenten der MSRL, soweit sie durch das durchgeführte Testmonitoring berührt sind. So werden auch die Fauna auf den zu untersuchenden Steinen (als Hartsubstratbesiedlungs-Komponente des biologi-

schen Merkmals *Wirbellose des Meeresgrunds*, Anhang III, Tabelle 1) für den betrachteten küstennahen Flachwasserbereich (bis etwa 15 m) erfasst.

4 Elemente der MSRL und WRRL

4.1 Die Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie: Inhalt und Ziele

Die MSRL ist auf einen wirksameren europaweiten Schutz der gesamten Meeresumwelt ausgerichtet. Ziel der Richtlinie ist es, die europäischen Meere bis zum Jahr 2020 in einen „guten Umweltzustand“ zu bringen (siehe auch Abschnitt 4.1.2). Damit wurde ein einheitlicher Ordnungsrahmen für den Umweltzustand der Meeresgewässer in den Mitgliedstaaten der Europäischen Union vorgegeben. Im Rahmen der Umsetzung sollen in einem ökosystemaren Schutzansatz praktische Leitlinien festgelegt werden, um in den europäischen Meeresgewässern (Ostsee, Nordostatlantik inkl. Nordsee, Mittelmeer, Schwarzes Meer) den guten Umweltzustand zu erreichen. Innerhalb der jeweiligen Meeresregionen sollen die angrenzenden Staaten in enger Abstimmung nationale Meeresstrategien erarbeiten. Dazu müssen der aktuelle (siehe 4.1.1) und der angestrebte Meeresumweltstatus (siehe 4.1.2, 4.1.3) beschrieben und Maßnahmen zur Erreichung des angestrebten Status inklusive einer Überwachung des Fortschritts entwickelt werden. Die Mitgliedstaaten müssen bis spätestens 2015 Maßnahmenprogramme auflegen, mit deren Hilfe bis 2020 ein guter Zustand der Meeresumwelt erreicht werden soll. Die Ziele der MSRL sind mit denen der WRRL abgestimmt, deren Geltungsbereich aber nicht über die küstennahen Gewässer hinaus reicht (Abbildung 1).

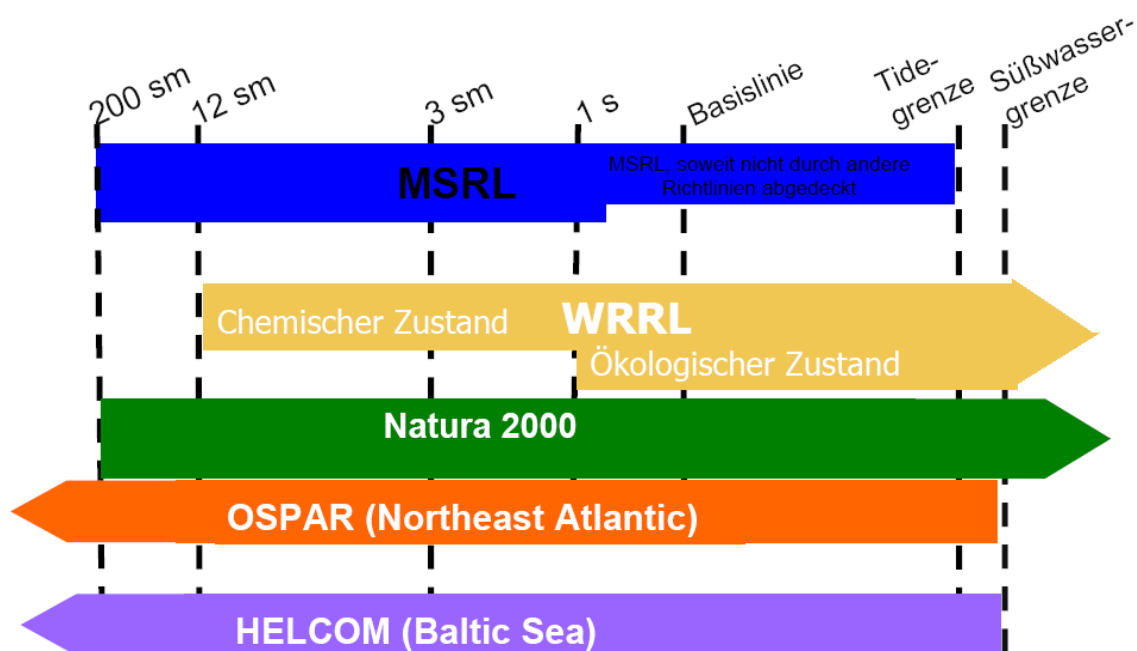


Abbildung 1: Anwendungsbereich der MSRL im Verhältnis zu anderen EG-Richtlinien und Konventionen. Quelle: Ginzky (2010).

4.1.1.1 Anfangsbewertung – MSRL

Nach Artikel 8 MSRL waren die Mitgliedsstaaten zunächst verpflichtet eine *Anfangsbewertung* des Zustands ihrer angrenzenden Meeresgewässer durchzuführen (bis Juli 2012). Auf diese Anfangsbewertung aufbauend sollten dann *Überwachungsprogramme* eingerichtet, der *gute Umweltzustand* (GUZ) beschrieben und *Umweltziele* festgelegt werden.

Die Anfangsbewertung umfasste eine „Analyse der wesentlichen Eigenschaften und Merkmale des derzeitigen Umweltzustands der betreffenden Gewässer, die auf den indikativen Listen in Anhang III Tabelle 1 MSRL basiert und (...), die biologischen Merkmale (...) abdeckt“ (2008/56/EG 2008). Dabei waren (auch) Bewertungen, die unter die Bestimmungen der WRRL (2000/60/EG 2000) fallen, und solche, die im Rahmen regionaler Meeresübereinkommen gemeinsam durchgeführt werden, heranzuziehen.

Für die Bewertung des hier betrachteten Merkmals Makrophyten wurden in der Anfangsbewertung der deutschen *Ostsee* Bewertungen gemäß WRRL und HELCOM herangezogen: Danach wird der Zustand der Makrophyten der deutschen Ostseeküstengewässer gemäß WRRL (BALCOSIS-Verfahren) als überwiegend „mäßig bis unbefriedigend“ und nach HELCOM als „mäßig bis schlecht“ bewertet (BLANO 2012b).

Da das WRRL-Bewertungsverfahren BALCOSIS nur Küstenzonen mit weniger als 10 m Wassertiefe bewertet, wurde im Rahmen der Anfangsbewertung von Seiten der Autoren (der Bewertung) darauf hingewiesen, dass, während für die flacheren Zonen die BALCOSIS-Bewertungen direkt für die MSRL-Bewertungen verwendet werden können, für die tieferen Zonen (≥ 10 m Tiefe) „bestimmte Bewertungsfaktoren aus dem BALCOSIS-Verfahren bei entsprechenden Anpassungen an die ökologischen Besonderheiten übertragen werden“ könnten (Fürhaupter et al. 2008). Zudem sollte die Bedeutung der Makrophyten als Biotopbildner stärker berücksichtigt werden, indem die räumliche Ausdehnung besser erfasst wird (BLANO 2012b).

Für das Merkmal Makrozoobenthos (MZB) werden in der Anfangsbewertung der deutschen *Ostsee* Bewertungen gemäß WRRL und HELCOM herangezogen: Danach wird der Zustand des MZB der deutschen Ostseeküstengewässer gemäß WRRL (MarBIT-Verfahren) als überwiegend „mäßig oder schlechter“ und nach HELCOM als „mittel bis sehr gut“ bewertet (BLANO 2012b).

Für die Bewertung des Merkmals Makrophyten werden in der Anfangsbewertung der deutschen *Nordsee* Bewertungen gemäß WRRL und der TWSC (Trilateral Waddensea Council) herangezogen: Danach wird der Zustand der Makrophyten der deutschen Nordseeküstengewässer gemäß WRRL als überwiegend „mäßig bis unbefriedigend“ bewertet. Nach TWSC erreichen Seegraswiesen derzeit nicht ihre natürliche Ausdehnung (BLANO 2012a).

Für die Bewertung des Merkmals Makrozoobenthos (MZB) werden in der Anfangsbewertung der deutschen *Nordsee* Bewertungen gemäß WRRL herangezogen: Danach wird der Zustand des MZB der deutschen Nordseeküstengewässer gemäß WRRL als überwiegend „mäßig“ bewertet. OSPAR hat EcoQOs („Ecological Quality Objectives“) definiert und insgesamt 32,2% von 1241 betrachteten Arten sind in einer Roten-Liste-Kategorie eingestuft (BLANO 2012a; Rachor et al. im Druck).

Insgesamt sind die Makrophyten und das MZB der deutschen Nord- und Ostsee demnach nicht in einem guten Umweltzustand. In fünf Jahren (2018) sind die EU-Mitgliedsstaaten gemäß MSRL verpflichtet, den Zustand ihrer Meeresgewässer erneut zu bewerten. Bis dahin sollen Bewertungssysteme für alle relevanten von der MSRL geforderten Ökosystem- und Belastungskomponenten auf der Basis von Messdaten entwickelt worden sein.

4.1.2 Guter Umweltzustand - MSRL

Ein „guter Umweltzustand“ (GUZ) ist im Sinne der MSRL (Artikel 3, Abs. 5) „der Umweltzustand, den Meeresgewässer aufweisen, bei denen es sich um ökologisch vielfältige und dynamische Ozeane und Meere handelt, die im Rahmen ihrer jeweiligen Besonderheiten sauber, gesund und produktiv sind und deren Meeresumwelt auf nachhaltigem Niveau genutzt wird, so dass die Nutzungs- und Betätigungsmöglichkeiten der gegenwärtigen und der zukünftigen Generationen erhalten bleiben“ (Artikel 3, Abs. 5 MSRL).

Der GUZ sollte durch die Mitgliedsländer der EU auf der Grundlage einer zunächst durchzuführenden Anfangsbewertung beschrieben werden, die eine Analyse sowohl des derzeitigen Umweltzustands als auch der wichtigsten Belastungen beinhaltet (4.1.1). Demnach überlässt es die MSRL den Mitgliedstaaten zu bestimmen, was GUZ auf nationaler Ebene bedeutet.

Zur Beschreibung des GUZ sieht die MSRL elf qualitative Deskriptoren vor (Anhang I MSRL):

- D1 - Die biologische Vielfalt wird erhalten. Die Qualität und das Vorkommen von Lebensräumen sowie die Verbreitung und Häufigkeit der Arten entsprechen den vorherrschenden physiografischen, geografischen und klimatischen Bedingungen.
- D2 - Nicht einheimische Arten, die sich als Folge menschlicher Tätigkeiten angesiedelt haben, kommen nur in einem für die Ökosysteme nicht abträglichen Umfang vor.
- D3 - Alle kommerziell befischten Fisch- und Schalentierbestände befinden sich innerhalb sicherer biologischer Grenzen und weisen eine Alters- und Größenverteilung der Population auf, die von guter Gesundheit des Bestandes zeugt.
- D4 - Alle bekannten Bestandteile der Nahrungsnetze der Meere weisen eine normale Häufigkeit und Vielfalt auf und sind auf einem Niveau, das den langfristigen Bestand der Art sowie die Beibehaltung ihrer vollen Reproduktionskapazität gewährleistet.
- D5 - Die vom Menschen verursachte Eutrophierung ist auf ein Minimum reduziert, das betrifft insbesondere deren negative Auswirkungen wie Verlust der biologischen Vielfalt, Verschlechterung des Zustands der Ökosysteme, schädliche Algenblüten sowie Sauerstoffmangel in den Wasserschichten nahe dem Meeresgrund.
- D6 - Der Meeresgrund ist in einem Zustand, der gewährleistet, dass die Struktur und die Funktionen der Ökosysteme gesichert sind und dass insbesondere benthische Ökosysteme keine nachteiligen Auswirkungen erfahren.
- D7 - Dauerhafte Veränderungen der hydrografischen Bedingungen haben keine negativen Auswirkungen auf die Meeresökosysteme.

- D8 - Aus den Konzentrationen an Schadstoffen ergibt sich keine Verschmutzungswirkung.
- D9 - Schadstoffe in für den menschlichen Verzehr bestimmtem Fisch und anderen Meeresfrüchten überschreiten nicht die im Gemeinschaftsrecht oder in anderen einschlägigen Regelungen festgelegten Konzentrationen.
- D10 - Die Eigenschaften und Mengen der Abfälle im Meer haben keine schädlichen Auswirkungen auf die Küsten- und Meeresumwelt.
- D11 - Die Einleitung von Energie, einschließlich Unterwasserlärm, bewegt sich in einem Rahmen, der sich nicht nachteilig auf die Meeresumwelt auswirkt.

Diese elf Deskriptoren können in drei Deskriptoren des qualitativen ökologischen bzw. Umweltzustands (D1, D4, D6) und acht Deskriptoren anthropogener Belastungen (D2, D3, D5, D7, D8, D9, D10, D11) aufgeteilt werden (siehe auch Anhang I). Im Unterschied zur WRRL wird bei der MSRL nicht zwischen chemischem und ökologischem Umweltstatus unterschieden und es werden bei der MSRL weitere Aspekte der unbelebten Natur (z.B. der Zustand des Meeresbodens) und höherer ökologischer Ebenen (z.B. Nahrungsnetze) integriert. Die MSRL verfolgt so einen ganzheitlicheren Ökosystemansatz (Water and Marine Director of Germany 2010).

Neben den qualitativen Deskriptoren enthält die MSRL indikative Listen von Merkmalen, Belastungen und Auswirkungen (Anhang III MSRL: Tabellen 1 und 2), die bei der Bestimmung des GUZ berücksichtigt werden müssen (Artikel 9 MSRL). Unter den biologischen Merkmalen finden sich u. A. „Informationen über (...) *Makroalgen* und die *Wirbellosen des Meeresgrundes* einschließlich Artenzusammensetzungen, Biomasse und jährliche/jahreszeitliche Variabilität.“ Zusätzlich steht den Staaten der EU seit 2010 zur Bestimmung des GUZ eine von der Europäischen Kommission veröffentlichte Entscheidung über Kriterien und methodologische Standards zum GUZ zur Verfügung (EU_KOM 2010).

Während zur Beschreibung des ökologischen Status in der WRRL fünf Zustands-Klassen („sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend, schlecht“) und des chemischen Status zwei Zustandsklassen („gut, schlecht“) verwendet werden, sind von Seiten der MSRL zunächst nur zwei Klassen (GUZ erreicht, GUZ nicht erreicht) vorgesehen.

Bis Juli 2012 mussten die Mitgliedsstaaten schließlich auf der Grundlage dieser Vorgaben und ihrer Anfangsbewertung die Kriterien des GUZ für ihre nationalen Gewässer konkretisieren. Dies sollte in enger Abstimmung mit anderen Mitgliedsstaaten, mit denen sie eine Meeresregion (im Falle Deutschlands: Ostsee, Nordostatlantik) teilen, erfolgen (DEFRA 2010). Bei der GUZ-Indikatoren-Operationalisierung sollten die im Rahmen von Verpflichtungen der bestehenden Natur- und Umweltschutzrichtlinien der EU (WRRL und FFH-RL) und die in den regionalen Meeresübereinkommen erarbeiteten Indikatoren (z.B. die OSPAR EcoQOs) als Grundlage verwendet werden. Zur Operationalisierung der Indikatoren eines GUZ (Artikel 9) gehört zudem die quantitative Festlegung von Grenzwerten oder Trends, ab denen der gute Umweltzustand erreicht wird.

Bei der Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Nord- und Ostsee wurden dementsprechend bereits existierende Bewertungsansätze der WRRL, der FFH-RL

(92/43/EWG 1992) und der HELCOM herangezogen (BLANO 2012c; BLANO 2012d). In Bezug auf die Anforderungen der MSRL wurde dabei aber die Forderung formuliert, dass der „Anpassungs- und Entwicklungsbedarf, insbesondere hinsichtlich der regionalen Abdeckung der gesamten Ostsee, noch weiter geprüft“ wird.

Der Geltungsbereich der MSRL überlappt mit dem der WRRL im Küstenbereich. Für diesen Bereich wurden für die WRRL bereits normative Grenzen des GUZ festgelegt (getrennt in den *guten ökologischen Zustand* und den *guten chemischen Zustand*). Demnach werden für die (hier relevanten) benthischen Komponenten *Angiospermen, Großalgen und benthische wirbellose Fauna* Zusammensetzung und Abundanz zur Beschreibung des ökologischen Zustands herangezogen. Gemäß WRRL stellen u. a. „nur geringe Abweichung von natürlichen Zusammensetzungen und Abundanzen sowie nur geringfügige Anzeichen für Abweichungen von typspezifischen Bedingungen aufgrund anthropogener Einflüsse bei störungsempfindlichen Arten“ Qualitätskomponenten des guten ökologischen Zustands dar.

Für den Deskriptor 1 (Biodiversität) MSRL wurde in der Beschreibung des GUZ für die deutsche Ostsee und Nordsee (BLANO 2012c; BLANO 2012d) festgehalten, dass der GUZ „unten anderem dadurch definiert ist, dass...

... sich die inneren und äußeren Küstengewässer entsprechend der WRRL in einem guten ökologischen Zustand und der gesamte Küstenmeerbereich in einem guten chemischen Zustand befinden.

... sich die für den marinen Bereich der Ostsee relevanten Lebensraumtypen des Anhangs I (LRT 11xx) der FFH-Richtlinie in einem günstigen Erhaltungszustand befinden.

... sich die für den marinen Bereich der Ostsee relevanten Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie sowie die für den marinen Bereich der Ostsee relevanten Arten der Vogelschutz-Richtlinie in einem günstigen Erhaltungszustand befinden.

... die Ziele von einzelnen arten- oder artengruppenspezifischen Konventionen (z. B. ASCOBANS, Jastarnia-Plan) erreicht sind.

... sich die biologische Vielfalt nach HELCOM BSAP in einem guten Zustand befindet.“

Dementsprechend wurden die bestehenden GUZ-Definitionen (nach WRRL, FFH-RL, HELCOM usw.) für die jeweiligen durch die MSRL vorgegebenen Kriterien und Indikatoren des Deskriptors 1 verwendet. Das im Rahmen der WRRL implementierte Makrophyten-Bewertungsverfahren (BALCOSIS) und das Makrozoobenthos- Bewertungungsverfahren (Mar-BIT) wurden dabei den folgenden Deskriptoren zugeordnet (BLANO 2012c; BLANO 2012d):

Tabelle 1: Zuordnung von WRRL-Bewertungsverfahren BALCOSIS und MarBIT zu MSRL Deskriptoren.

Deskriptor	Verwendung BALCOSIS	Verwendung MarBIT	Kommentar
D1 (Biodiversität)	ja	ja	Außerdem: Hartboden Helgoland: HPI (Modul RSL „Reduced Species List“ für 1.6 „Beschaffenheit des Habitats“)
D2 (invasive Arten)	indirekt	indirekt	Keine direkte Nennung aber: „Wird durch das WRRL-, BLMP- und HELCOM-Monitoring miterfasst“
D3 (kommerziell befischte Fisch- und Schalentiere)	nein	nein	-
D4 (Nahrungsnetze)	ja	ja	-
D5 (Eutrophierung)	ja	ja	Nordsee: opportunistische Grünalgen im Wattenmeer, Artenvielfalt, Tiefenverbreitung und flächenhafte Ausdehnung von Makroalgen wie <i>Fucus</i> (vornehmlich Felswatt Helgoland) sowie Ausdehnung von Seegras (Verfahren nach Reise (Dolch et al. 2009))
D6 (Zustand Meeresgrund)	ja	ja	-
D7 (hydrogr. Bedingungen)	nein	nein	-
D8 (Schadstoffe)	nein	nein	-
D9 (Schadstoffe in Lebensmitteln)	nein	nein	-
D10 (Abfälle im Meer)	nein	nein	-
D11 (Einleitung von Energie)	nein	nein	-

Bislang bestehen also für eine Vielzahl von Einzelaspekten der Biodiversität Definitionen des GUZ samt Bewertungsverfahren. Jedoch fehlt bislang ein abgestimmtes Verfahren, das alle Aspekte integriert und eine übergeordnete nationale Definition des GUZ ermöglicht. Zudem müssen bestehende Lücken bei verbleibenden Einzelaspekten bearbeitet und die Übertragbarkeit der bestehenden (WRRL-)Monitoring-Programme im Detail geprüft werden (BLANO 2012c; BLANO 2012d).

Die Ergebnisse der hier vorgelegten Studie sind insbesondere für den Deskriptor 1 (Biodiversität), daneben aber auch für die Deskriptoren D2 (Invasive Arten), D4 Nahrungsnetze, D5 Eutrophierung und D6 (Zustand Meeresgrund) relevant.

4.1.3 Festlegung der Umweltziele - MSRL

Nach Artikel 10 MSRL mussten die Mitgliedsstaaten auch - auf der Grundlage der Anfangsbewertung - Umweltziele zur Erreichung des GUZ festlegen. Dabei hatten die Mitgliedstaaten die indikativen Listen der Belastungen und Auswirkungen gemäß Anhang III, Tabelle 2 MSRL sowie der Merkmale („... die bei der Festlegung von Umweltzielen berücksichtigt werden müssen“) gemäß Anhang IV MSRL zu berücksichtigen. Darüber hinaus war die „bereits laufende Anwendung einschlägiger bestehender Umweltziele, die auf nationaler, gemeinschaftlicher oder internationaler Ebene für die gleichen Gewässer festgelegt wurden“ zu berücksichtigen (unter der Voraussetzung miteinander vereinbar Ziele und der Berücksichtigung relevanter grenzübergreifender „Auswirkungen und Umstände“ (2008/56/EG 2008)).

Als Umweltziele wurden für die Nord- und Ostsee Meere...

- **„ohne signifikante Beeinträchtigung durch anthropogene Eutrophierung“**
- „ohne Verschmutzung durch Schadstoffe“
- **„ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten“**
- „mit nachhaltig und schonend genutzten Ressourcen“
- „ohne Belastung durch Abfall“
- „ohne Beeinträchtigung durch anthropogene Energieeinträge“
- „mit natürlichen hydrographischen Bedingungen“

...festgelegt (BLANO 2012e; BLANO 2012f). Für die einzelnen Umweltziele wurden dabei jeweils operative Ziele und Indikatoren sowie räumliche und zeitliche Ziele formuliert. Operative Ziele des im Zusammenhang mit dieser Studie relevanten Umweltziels „Meere ohne Beeinträchtigung der marinen Arten und Lebensräume durch die Auswirkungen menschlicher Aktivitäten“ beinhalten (BLANO 2012e; BLANO 2012f):

- 1) „Räumlich und zeitlich ausreichende Rückzugs- und Ruheräume für Ökosystemkomponenten“. Indikatoren hierfür sind u. A. **„die geringe bzw. natürliche Besiedlung mit opportunistischen Arten“** und **„das Vorkommen von charakteristischen mehrjährigen und großen Vegetationsformen und Tierarten“**
- 2) Unveränderte Struktur und Funktion von marinen Nahrungsnetzen und Lebensräumen und ungefährdete funktionale Gruppen der biologischen Merkmale (Anhang III Tabelle 1) oder deren Nahrungsgrundlage. Indikator hierfür ist u. A. die Bestandsentwicklung von Benthos-Arten.
- 3) Die Wiederansiedlung oder populationsstützende Maßnahmen von lokal ausgestorbenen oder „bestandsgefährdend zurückgegangenen Arten“ unter Berücksichtigung von Voraussetzungen in Bezug auf Lebensraumansprüche.
- 4) „Menschliche Bauwerke und Nutzungen gefährden die natürliche Ausbreitung (inkl. Wanderung) von Arten nicht (...)“

5) „Die Gesamtzahl von Einschleppungen und Einbringungen **neuer Arten** geht gegen Null.“

4.1.4 Überwachungsprogramme - MSRL

Bis 2014 müssen nach Artikel 11 MSRL auf Grundlage der Anfangsbewertung und unter Bezugnahme auf die festgelegten Umweltziele von den Mitgliedsstaaten Überwachungsprogramme eingerichtet werden. Im Rahmen dieser Überwachungsprogramme muss dann regelmäßig der zuvor gemäß Artikel 9 und Anhang III MSRL definierte Umweltzustand an die EU übermittelt werden. Dabei soll eine „größtmögliche Vereinbarkeit mit bestehenden Programmen auf regionaler und internationaler Ebene“ gewährleistet werden (siehe 5.2, (2008/56/EG 2008)).

4.1.5 Maßnahmenprogramme - MSRL

Bis 2015 müssen nach Artikel 13 MSRL von den Mitgliedsstaaten Maßnahmenprogramme implementiert werden. In diesen werden Maßnahmen zum Erreichen der Umweltziele festgelegt und umgesetzt (2008/56/EG 2008).

4.2 Die Wasserrahmenrichtlinie

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union (WRRL) aus dem Jahr 2000 hat einen Ordnungsrahmen „für den Schutz der Binnenoberflächengewässer, der Übergangsgewässer, der Küstengewässer und des Grundwassers“ geschaffen. Ziele der Richtlinie sind (2000/60/EG 2000):

- „a) Vermeidung einer weiteren Verschlechterung sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt,
- b) Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen,
- c) Anstrebens eines stärkeren Schutzes und einer Verbesserung der aquatischen Umwelt, unter anderem durch spezifische Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären Stoffen und durch die Beendigung oder schrittweise Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären gefährlichen Stoffen;
- d) Sicherstellung einer schrittweisen Reduzierung der Verschmutzung des Grundwassers und Verhinderung seiner weiteren Verschmutzung; und
- e) Beitrag zur Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren, womit beigetragen werden soll:

- zu einer ausreichenden Versorgung mit Oberflächen- und Grundwasser guter Qualität, wie es für eine nachhaltige, ausgewogene und gerechte Wassernutzung erforderlich ist;
- zu einer wesentlichen Reduzierung der Grundwasserverschmutzung;
- zum Schutz der Hoheitsgewässer und der Meeresgewässer;
- zur Verwirklichung der Ziele der einschlägigen internationalen Übereinkommen einschließlich derjenigen, die auf die Vermeidung und Beseitigung der Verschmutzung der Meeresumwelt abzielen, durch Gemeinschaftsmaßnahmen gemäß Artikel 16 Absatz 3 zur Beendigung oder schrittweisen Einstellung von Einleitungen, Emissionen oder Verlusten von prioritären gefährlichen Stoffen, und zwar mit dem Endziel, in der Meeresumwelt für natürlich anfallende Stoffe Konzentrationen in der Nähe der Hintergrundwerte und für anthropogene synthetische Stoffe Konzentrationen nahe Null zu erreichen.“

4.2.1 Ökologischer Zustand – WRRL

Beschreibung des „sehr guten, guten und mäßigen ökologischen Zustands“

Gemäß Artikel 2 WRRL beschreibt der *ökologische Zustand* „die Qualität von Struktur und Funktionsfähigkeit aquatischer, in Verbindung mit Oberflächengewässern stehender Ökosysteme“. Anhang V der WRRL beinhaltet Einstufungen des ökologischen Zustands und beschreibt den sehr guten, guten und mäßigen ökologischen Zustand u. a. von *Großalgen und Angiospermen und der benthischen wirbellosen Fauna*:

Großalgen und Angiospermen

Sehr guter Zustand:

„Alle störungsempfindlichen Großalgen- und Angiospermentaxa, die bei Abwesenheit störender Einflüsse vorzufinden sind, sind vorhanden. Die Werte für die Großalgenmächtigkeit und für die Abundanz der Angiospermen entsprechen den Bedingungen bei Abwesenheit störender Einflüsse.“

Guter Zustand:

„Die meisten störungsempfindlichen Großalgen- und Angiospermentaxa, die bei Abwesenheit störender Einflüsse vorzufinden sind, sind vorhanden. Die Werte für die Großalgenmächtigkeit und für die Abundanz der Angiospermen zeigen Störungsanzeichen.“

Mäßiger Zustand:

„Es fehlt eine mäßige Zahl störungsempfindlicher Großalgen- und Angiospermentaxa, die bei Abwesenheit störender Einflüsse vorzufinden sind. Die Mächtigkeit der Großalgen und die Abundanz der Angiospermen sind mäßig gestört, was dazu führen kann, dass das Gleichgewicht der in dem Gewässer vorhandenen Organismen in unerwünschter Weise gestört wird.“

Benthische wirbellose Fauna

Sehr guter Zustand:

„Der Grad der Vielfalt und Abundanz der wirbellosen Taxa liegt in dem Bereich, der normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse festzustellen ist. Alle störungsempfindlichen Taxa, die bei Abwesenheit störender Einflüsse gegeben sind, sind vorhanden.“

Guter Zustand:

„Der Grad der Vielfalt und der Abundanz der wirbellosen Taxa liegt geringfügig außerhalb des Bereichs, der typspezifischen Bedingungen entspricht. Die meisten empfindlichen Taxa der typspezifischen Gemeinschaften sind vorhanden.“

Mäßiger Zustand:

„Der Grad der Vielfalt und der Abundanz der wirbellosen Taxa liegt mäßig außerhalb des Bereichs, der typspezifischen Bedingungen entspricht. Es sind Taxa vorhanden, die auf Verschmutzung hindeuten. Viele empfindliche Taxa der typspezifischen Gemeinschaften fehlen.“

Vor der Bewertung eines Oberflächenwasserkörpers mussten zudem typspezifische biologische Referenzbedingungen festgelegt werden, die vorgegebene Qualitätskomponenten abbilden...

(Anhang V RandNr. 1.1 – „biologische Komponenten Küstengewässer: Zusammensetzung, Abundanz und Biomasse des Phytoplanktons, Zusammensetzung und Abundanz der sonstigen Gewässerflora, Zusammensetzung und Abundanz der benthischen wirbellosen Fauna“)

...die bei sehr gutem ökologischen Zustand gegeben sind (Anhang V RandNr. 1.2):

„Es sind bei dem jeweiligen Oberflächengewässertyp keine oder nur sehr geringfügige anthropogene Änderungen der Werte für die physikalisch-chemischen und hydromorphologischen Qualitätskomponenten gegenüber den Werten zu verzeichnen, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit diesem Typ einhergehen.

Die Werte für die biologischen Qualitätskomponenten des Oberflächengewässers entsprechen denen, die normalerweise bei Abwesenheit störender Einflüsse mit dem betreffenden Typ einhergehen, und zeigen keine oder nur sehr geringfügige Abweichungen an.

Die typspezifischen Bedingungen und Gemeinschaften sind damit gegeben.“

4.2.2 Definition der Umweltziele - WRRL

Die WRRL formuliert mit Bezug auf die biologischen Komponenten folgende Umweltziele für Oberflächengewässer (Artikel 4, Absatz 1 a) (siehe 4.2.1):

- i) „die Mitgliedstaaten führen, vorbehaltlich der (...) und unbeschadet des (...), die notwendigen Maßnahmen durch, um eine Verschlechterung des Zustands aller Oberflächenwasserkörper zu verhindern;“
- ii) „die Mitgliedstaaten schützen, verbessern und sanieren alle Oberflächenwasserkörper, vorbehaltlich der (...) mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhangs V, vorbehaltlich (...) einen guten Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen;“

4.2.3 Überwachung des ökologischen Zustands - WRRL

Artikel 8, Absatz 1 WRRL verpflichtet die Mitgliedsstaaten dazu, in Überwachungsprogrammen den ökologischen und chemischen Zustand und das ökologische Potential von Oberflächengewässern zu erfassen. In Anhang V, RandNr. 1.3) werden die „*überblicksweise Überwachung*“ (zur laufenden Überwachung der Oberflächengewässer), die „*operative Überwachung*“ (für Gewässern, die die gesteckten Ziele möglicherweise nicht erreichen und für die Beurteilung von Maßnahmenprogrammen) und die „*Überwachung aus Ermittlungszwecken*“ (bei unbekannten Überschreitungen, im Falle noch nicht eingerichteter operativer

Überwachung und zur Ermittlung der Folgen unbeabsichtigter Verschmutzungen) näher beschrieben.

Demnach werden in der *überblickweisen Überwachung* alle diejenigen Parameter mit Bezug zum ökologischen Zustand überwacht, die für alle biologischen Qualitätskomponenten (4.2.1) kennzeichnend sind, in der *operativen Überwachung* dagegen die Parameter, „die Indikatoren für die biologischen Qualitätskomponenten sind, die auf die Belastungen der Wasserkörper am empfindlichsten reagieren;“. Während für die *überblickweise Überwachung* Überwachungsfrequenzen für die Küstengewässer von 3 Jahren (für nicht-planktische Flora und Makroinvertebraten) gefordert sind, müssen die Mitgliedsstaaten die Frequenzen für die *operative Überwachung* selbst festlegen – diese dürfen die der *überblickweisen Überwachung* jedoch ebenfalls nicht unterschreiten.

4.3 Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Elemente von MSRL und WRRL

Neben den offensichtlich unterschiedlichen geographischen Anwendungsbereichen (WRRL: Binnen- und Küstenoberflächengewässer, MSRL: Meere), gibt es insbesondere bei der Festlegung des GUZ und der Umweltziele Unterschiede zwischen den beiden europäischen Gewässerschutzrichtlinien. Während die Zielzustände in der WRRL schon vorgegeben werden, werden GUZ und Umweltziele gemäß MSRL von den Mitgliedstaaten festgelegt. Die Richtlinie steckt dafür „nur“ den Rahmen, indem sie insbesondere elf Deskriptoren (Anhang I MSRL, 4.1.2) sowie Merkmale, Belastungen und Auswirkungen (Anhang III MSRL) vorgibt, die bei der Festlegung Beachtung finden müssen. Hierbei finden in der MSRL Aspekte der Meeresumwelt Beachtung, die in der WRRL fehlen (z.B. Zustand des Meeresgrunds, Verschmutzung durch Abfälle, Nahrungsnetze, Fischbestände) und es werden jahreszeitliche Veränderungen berücksichtigt. Im Unterschied zur WRRL wird bei der MSRL auch nicht zwischen chemischem und ökologischem Umweltstatus unterschieden. Während zur Beschreibung des ökologischen Zustands in der WRRL fünf Zustands-Klassen („sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend, schlecht“) und des chemischen Status zwei Zustandsklassen („gut, schlecht“) verwendet werden, sind von Seiten der MSRL (zunächst) nur zwei Klassen vorgesehen (GUZ erreicht, GUZ nicht erreicht, Abbildung 2). Die WRRL verlangt eine kleinräumige, auf einzelne Wasserkörper ausgerichtete Betrachtung der Gewässer, während die MSRL die Meere dagegen auf der wesentlich höheren geographischen Ebene der Meeresregionen betrachtet. Die MSRL verfolgt insgesamt einen ganzheitlicheren Ökosystemansatz (Water and Marine Director of Germany 2010).

Die MSRL legt zudem großen Wert auf die Integration bestehender Bewertungen und Richtlinien auf der Basis internationaler Verträge etc. bei Erfassung/Definition von ökol. Zustand, Zielen etc. Die Grenzen von Analysen und Maßnahmen sind in der MSRL nicht auf die nationalen Grenzen reduziert, sondern sollen mit den Nachbarländern weit stärker abgestimmt werden. Die MSRL folgt im Vergleich zur WRRL einem verstärkt überregionalen und multinationalen Kooperationsansatz zwischen den Mitgliedsstaaten wobei auch soziale und wirtschaftliche Aspekte berücksichtigt werden können. Damit soll eine ganzheitliche Betrachtungsweise auf die Meere, ihre Umwelt und Nutzung erfolgen.

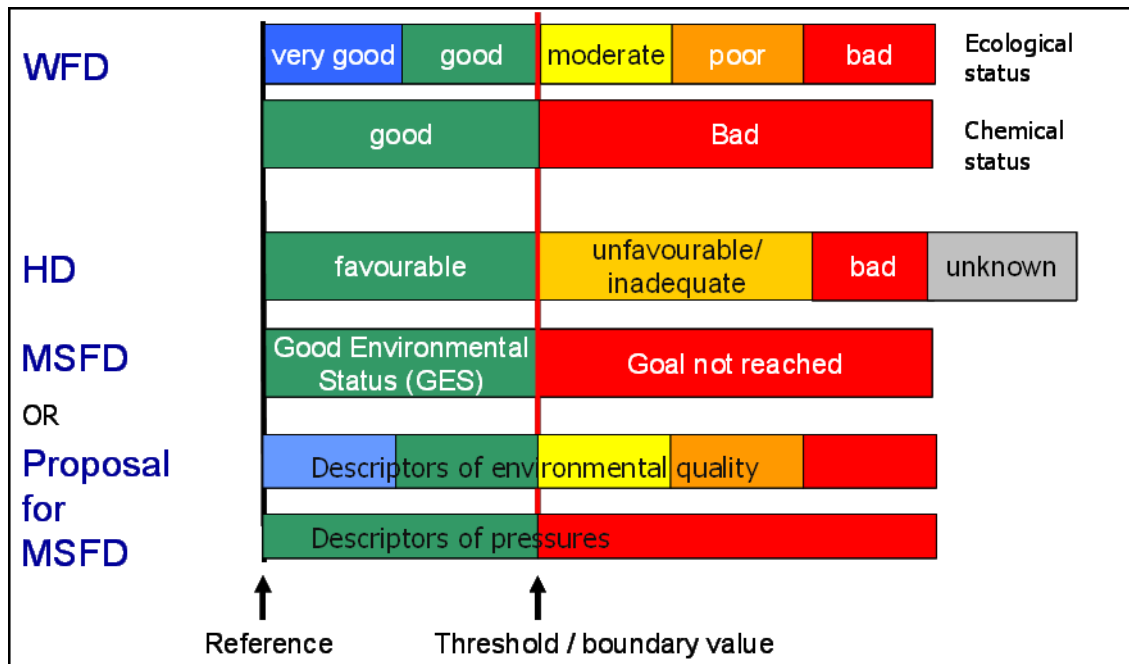


Abbildung 2: Umweltzustände/-bewertungen im Vergleich (Water and Marine Director of Germany 2010).

Gemeinsam haben die beiden europäischen Meeresschutzrichtlinien die jeweilige Implementierung eines einheitlichen Ordnungsrahmens für die Gewässer im Anwendungsbereich, das Ziel, bis zu einem definierten Datum einen guten Umweltzustand der Gewässer zu erreichen und ein vergleichbares Vorgehen, dieses Ziel zu erreichen (Anfangsbewertung, Festlegung des Referenz-/Zielzustands, Maßnahmenpaket, Überwachungsprogramm mit wiederholten Meldungen des aktuellen Gewässerzustands). Darüber hinaus gibt es eine erhebliche Überlappung der geographischen Anwendungsbereiche in den Küstengewässern (Abbildung 1). Die WRRL deckt als „Küstengewässer“ die Oberflächengewässer bis zu einer Seemeile seewärts der Basislinie (Von dort aus wird die Breite der Hoheitsgewässer gemessen.) ab. Die MSRL deckt Aspekte der Meeresgewässer der Mitgliedsstaaten inklusive der Küstengewässer ab, insofern diese nicht bereits durch andere Richtlinien adressiert werden (Water and Marine Director of Germany 2010).

5 Diskussion der Anwendung von Monitoring-Programmen in WRRL und MSRL

5.1 Anwendung von WRRL-Monitoring-Programmen in Schleswig-Holstein

Gemäß Anhang V WRRL müssen zur Bewertung des Zustands der Oberflächengewässer als „Qualitätskomponenten für die Einstufung des ökologischen Zustands“ der Küstengewässer der Nord- und Ostsee unter den biologischen Komponenten u. A, die Zusammensetzung und Abundanz sowie empfindliche und tolerante Taxa der „sonstigen Gewässerflora (nicht planktisch)“ und der benthischen wirbellosen Fauna erfasst werden.

Hierzu finden an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste insgesamt 3 Bewertungsverfahren für küstennahes Makrobenthos statt: BALCOSIS („Baltic ALgae COmmunity analySIs System, (Schories et al. 2006; Fürhaupter & Meyer 2009)), ELBO (Entwickelt im Rahmen des Verbundprojekts ELBO: „Entwicklung von Leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für Übergangsgewässer¹ der deutschen Ostseeküste nach der EU-Wasserrahmenrichtlinie“, (Schubert et al. 2003; Selig et al. 2008) und MarBIT (Marine Biotic Index Tool, (Meyer et al. 2008)). Da das ELBO-Verfahren für die Bewertung der Makrophyten der inneren Küstengewässertypen (B1 und B2, gemäß Reimers (2005; v. Weber 2005)) verwendet wird, diese Studie sich aber nur mit den äußeren Küstengewässertypen B3 (mesohalines offenes Küstengewässer, <15 m) und B4 (meso-polyhalines halines offenes Küstengewässer, saisonal geschichtet, >15 m) beschäftigt, werden hier ausschließlich die Verfahren BALCOSIS und MarBIT diskutiert. Während mit dem MarBIT-Verfahren der Zustand des Makrozoobenthos bewertet wird, bewertet das BALCOSIS-Verfahren den Zustand der Makrophyten dieser Gewässer.

BALCOSIS-Verfahren

Zur Bewertung des Zustands der „sonstigen Gewässerflora (nicht planktisch)“, also der Makrophyten (gemäß Anhang V WRRL RandNr 1-2-4) zieht das BALCOSIS-Verfahren insgesamt sieben unterschiedlich gewichtete Parameter heran (Schories et al. 2006; Fürhaupter & Meyer 2009):

1. **Tiefengrenze *Zostera marina***
2. *Zostera marina*-assoziierte Opportunisten
3. **Tiefengrenze *Fucus* spp*.**
4. Dominanz *Fucus* spp*. (in 0-2 m Tiefe)
5. Opportunisten auf Hartsubstrat (in 5-7 m Tiefe)

¹ Kommentar: Der Name des Projekts ELBO wurde festgelegt, als die Typologie der deutschen Ostseeküstengewässer gerade erarbeitet wurde. Es wurden dann aber alle Bodden- und Küstengewässer der Gewässerkategorie „Küstengewässer“ zugeordnet („innere KG“ oder „äußere KG“), weshalb heute an der deutschen Ostseeküste keine Gewässer als „Übergangsgewässer“ betrachtet werden (Reimers 2005; v. Weber 2005).

6. Artenreduktion auf Hartsubstrat (in 5-7 m Tiefe)
7. Anteil Biomasse *Furcellaria lumbricalis* auf Hartsubstrat (in 5-7 m Tiefe).

*= *F. vesiculosus* und *F. serratus*

Für jeden der Parameter wird im BALCOSIS-Verfahren eine Bewertung entsprechend einer von fünf Bewertungsstufen („sehr gut“, „gut“, „mäßig“, „unbefriedigend“ und „schlecht“) anhand messbarer Variablen (z.B. Tiefenverbreitung *Fucus* spp. $\geq 8,5$ m: „sehr gut“, $< 0,5$ m: „schlecht“) durchgeführt. Jeder Bewertungsstufe wurde zur Normierung ein Intervall zwischen 0 und 1 zugeordnet („sehr gut“: 1,0-0,8; „gut“: 0,8-0,6; „mäßig“: 0,6-0,4; „unbefriedigend“: 0,4-0,2; „schlecht“: 0,2-0,0). So können die Werte verglichen werden und am Ende eine Gesamtbewertung für einen Wasserkörper berechnet werden (Schories et al. 2006; Fürhapter & Meyer 2009).

Die Bewertung des Zustand der Makrophyten an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste wurde (bislang) durch die Firma MariLim (MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH, Schönkirchen) jährlich einmal jeweils im Sommerhalbjahr (Zeitraum Juni-Oktober) durchgeführt.

MarBIT-Verfahren

Zur Bewertung des Zustands der benthischen wirbellosen Fauna (gemäß Anhang V WRRL RandNr 1-2-4) zieht das MarBIT -Verfahren vier Parameter heran (Meyer et al. 2005; Meyer et al. 2008):

1. Artenvielfalt: Taxonomic Spread Index (TSI)
2. Abundanz(-verteilung): (Test auf Log-Normalverteilung)
3. Obligatorische störungsempfindliche Taxa (spezialisiert auf einen Lebensraum und/oder spezialisiert auf eine Nahrung und/oder k-Strategie und/oder auf der Roten Liste der Ostsee)
4. Anteil toleranter Taxa (eutrophierungstolerant und/oder r-Strategie) im Vergleich zu Referenzanteil

Dem MarBIT-Verfahren liegen dabei eine Datenbank mit Informationen zur Autökologie vieler Ostseetaxa (z.B. Temperatur- oder Salinitätsansprüche und Sedimentpräferenzen) sowie eine Referenzartenliste zugrunde. Wie im BALCOSIS-Verfahren liefert auch im MarBIT-Verfahren jeder Parameter einen Wert zwischen 0 und 1. Als Gesamtbewertung dient im MarBIT-Verfahren der Median der den 4 Parametern entsprechenden Einzelwerten.

Die Bewertung des Zustand des Makrozoobenthos an der schleswig-holsteinischen (und mecklenburg-vorpommerschen) Ostseeküste geschieht auf der Grundlage von jährlich einmal jeweils im Sommerhalbjahr (Zeitraum Juni-Oktober) genommenen Greiferproben des LLUR

und (im geringeren Umfang) des GEOMAR und wird in Zusammenarbeit mit MariLim (MariLim Gesellschaft für Gewässeruntersuchung mbH, Schönkirchen) durchgeführt.

WRRL-Monitoring-Programme an der Nordseeküste

Da das Hauptaugenmerk der vorliegenden Studie bei den oben vorgestellten Methoden für das WRRL-Benthosmonitoring an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste liegt, werden die an der Nordseeküste angewandten Methoden hier nur kurz vorgestellt:

Makrophyten: An der Nordseeküste wird auf Wattflächen das Seegras- und opportunistische Algen-Monitoring SHWAP („S.-H. WaddenSea Assessment of Phytobenthos“, Dolch et al. (2009)) angewandt - auf Helgoland der HPI („Helgoland Phytobenthic Index“, Kühlenkamp et al. (2009)).

Makrozoobenthos: In der Nordsee gilt (für Greiferproben) das „M-AMBI-Bewertungsverfahren“ (Heyer 2006; Muxika et al. 2007; Heyer 2009). Auf Helgoland wird der MarBIT (Helgoland-MarBIT-Modul, Boos et al. (2009)) für drei Lebensräume („*Laminaria*-Haftkrallen“, „Austernschill der Tiefen Rinne“ und „Nord-Watt-Fauna“) angewandt.

5.2 Anforderungen an ein Makrophyten-Monitoring seitens der MSRL

Die gemäß Artikel 11 MSRL geforderten Überwachungsprogramme (siehe auch 4.1.4) sollen auf der Grundlage der Anfangsbewertung (4.1.1) und gestützt auf die indikativen Listen in Anhang III sowie auf die Liste in Anhang V entwickelt werden, auf die Umweltziele (4.1.3) Bezug nehmen. Aufgabe der Überwachungsprogramme ist, regelmäßig den aktuellen Umweltzustand gemäß Artikel 9 MSRL zu übermitteln. Um kompatibel zu sein (kohärente Verfahren mit vergleichbaren Ergebnissen), müssen die Überwachungsprogramme innerhalb der Mitgliedsstaaten und unter den jeweiligen Anrainerstaaten einer Meeres(unter)region koordiniert werden und grenzüberschreitende Aspekte berücksichtigen. Dabei sollen die MSRL-Überwachungsprogramme auf bestehenden Bewertungs- und Überwachungsbestimmungen beruhen und mit diesen vereinbar sein.

Konkret nennt die MSRL (in Anhang V) im Zusammenhang mit Überwachungsprogrammen als erforderlich zu erheben bzw. zu gewährleisten (verkürzt wiedergegeben):

- 1. Informationen zur Bewertung des Umweltzustands, der bereits erzielten Fortschritte und der noch verbleibenden Aufgaben im Hinblick auf den *guten Umweltzustand*.**
- 2. Informationen zur Festlegung der Umweltziele.**
- 3. Informationen, anhand deren sich die Folgen von Maßnahmen abschätzen lassen.**
4. Ursachen der Veränderungen und mögliche Abhilfemaßnahmen, die ggf. zur Wiederherstellung des guten Umweltzustands ergriffen werden müssten.
5. Chemische Schadstoffe in für den menschlichen Verzehr bestimmten Arten aus Handelsfischereibieten.
- 6. Wirksamkeit und evtl. Nebenwirkungen von Abhilfemaßnahmen**
7. Aggregation der Informationen über eine ganze Meeres(unter)region (Artikel 4).

8. Vergleichbarkeit der Ansätze und Verfahren für die Bewertung innerhalb und zwischen Meeres(unter)regionen.
9. Technische Spezifikationen, standardisierte Überwachungsverfahren, Vergleichbarkeit der Informationen auf Gemeinschaftsebene
10. Größtmögliche Vereinbarkeit mit bestehenden Programmen auf regionaler und internationaler Ebene, optimale Kohärenz zwischen diesen Programmen, Vermeidung von Doppelarbeit.
11. Bewertung der wichtigsten Veränderungen der Umweltbedingungen, bei Bedarf Aufnahme neuer und sich abzeichnender Fragestellungen.
- 12. Behandlung der Elemente (Merkmale, Belastungen und Auswirkungen) in Anhang III, einschließlich ihrer natürlichen Variabilität, Fortschritte auf dem Weg zur Erreichung der Umweltziele.**

Makrophytenmonitoring-Programme können Beiträge zur Bewertung des aktuellen Umweltzustands liefern, für die Festlegung von Umweltzielen herangezogen werden, bei der Bewertung des Erfolgs oder Misserfolgs von Maßnahmen und Abhilfemaßnahmen helfen und (so) Fortschritte auf dem Weg zur Erreichung der Umweltziele aufzeigen. Dies betrifft die **Umweltziele** zur Eutrophierung und insbesondere zu marinen Arten und Lebensräumen. Indikatoren des letztgenannten Umweltziels, die im Rahmen eines Makrophytenmonitoring-Programms berücksichtigt werden können, sind unter anderem:

- die Besiedlung mit **opportunistischen Arten**
- das Vorkommen von **charakteristischen mehrjährigen und großen Vegetationsformen und Tierarten**
- die **Bestandsentwicklung von Benthosarten**
- das Auftreten **neuer Arten** (Neobiota).

Bei der Entwicklung von Makrophytenmonitoring-Programmen muss die **Vergleichbarkeit der Ansätze und Verfahren** und die **Vergleichbarkeit und Aggregierbarkeit der generierten Informationen** mit denen anderer Monitoring-Programme innerhalb und zwischen Meeres(unter)regionen gewährleistet werden.

Im Zuge der MSRL entwickelte Makrophytenmonitoring-Programme können **auf bestehenden Monitoring-Programmen (insbesondere der WRRL: für BALCOSIS, MarBIT) aufbauen**, wodurch höchste Vereinbarkeit der neuen und bestehenden Programme erreicht wird.

Die inhaltliche Basis eines MSRL-Makrophytenmonitoring-Programms stellen, entsprechend der Anfangsbewertung der biologischen Merkmale, die Informationen über Makrophyten („Angiospermen und Makroalgen“) „einschließlich **Artenzusammensetzungen, Biomasse und jährliche/jahreszeitliche Variabilität**“ (Tabelle 1 Anhang III MSRL) sowie die Definition des Umweltzustands - und somit die Deskriptoren des guten Umweltzustands - dar. Vergleichbare Informationen über MZB („Wirbellose des Meeresgrunds“) können ggf. im Rahmen des Makrophytenmonitoring-Programms miterhoben werden, sofern es sich um makrophyten-assoziierte Fauna handelt. Die oben genannten Anforderungen an Vergleichbarkeit und Aggregierbarkeit der erhobenen MZB-Daten wären dann dieselben - insbesondere in Be-

zug auf andere bestehende oder noch zu entwickelnde MZB-Monitoring-Programme (auf Weichböden).

Unter anderem die Bewertungen der WRRL-Makrophyten-Bewertungsverfahren ELBO (innere Küstengewässer) und BALCOSIS (äußere Küstengewässer) gingen bereits in die MSRL Anfangsbewertung des Umweltzustands in Bezug auf das biologische Merkmal „Angiospermen und Makroalgen“ der Nord- und Ostsee ein. Die Verfahren decken aber (bislang) nur den Küstenbereich mit weniger als 7 m Wassertiefe ab. Laut Anfangsbewertung könnten jedoch Bewertungsfaktoren aus dem BALCOSIS-Verfahren nach einer Anpassung auf Tiefenbereiche **über 10m Wassertiefe** übertragen werden (Fürhaupter et al. 2008; BLANO 2012b). Zudem fordern die Autoren der Anfangsbewertung, dass hinsichtlich der Bedeutung von **Makrophyten als Biotopbildner** zukünftig die „räumliche Komponente eine stärkere Bedeutung“ erfährt.

Stichwortartig zusammengefasste Voraussetzungen eines MSRL Makrophytenmonitoring-Programms:

- Ziel: Bewertung des aktuellen Umweltzustands sowie des Erfolgs oder Misserfolgs von Maßnahmen und Abhilfemaßnahmen
- Erhobene Makrophyten- und MZB-Daten beinhalten **Artenzusammensetzungen, Abundanz/Biomasse und jährliche/jahreszeitliche Variabilität**
- Beachtung der Umweltziel-Indikatoren **opportunistische Arten, charakteristische mehrjährigen und große Arten, ggf. Bestandsentwicklung, Neobiota**
- Berücksichtigung von **Wassertiefen >10 m**
- Berücksichtigung der **räumlichen Komponente**: Makrophyten als Biotopbildner
- **Vereinbarkeit mit bestehenden Programmen** (insbesondere auch der WRRL: BALCOSIS, MarBIT)
- **Grenzen übergreifende Koordination**: Gewährleistung der Vergleichbarkeit und Aggregierbarkeit der erhobenen Daten

6 Konkretisierung der methodischen Vorgehensweise in den Projektmodulen

Im Folgenden werden die Arbeitsschritte dieses Projekts als Module betrachtet. Die fünf hier bearbeiteten Module sind „*Modul 1: Konzeptentwicklung*“, „*Modul 2: Testmonitoring*“, „*Modul 3: Vergleich verschiedener Diversitätsbegriffe*“, „*Modul 4: Koordination auf regionaler Ebene*“ und „*Modul 5: Bilderatlas*“.

6.1 Vorgehen Modul 1: Konzeptentwicklung

In diesem Modul wurde ermittelt, inwiefern das räumlich und zeitlich eingeschränkte WRRL-Makrophyten Bewertungsverfahren „**BALCOSIS**“ (im Bereich von 0-2 und 5-7 m; nur an einem Ort pro Wasserkörper; nur 1x im Jahr) das in der MSRL genannte Merkmal „Angiospermen und Makroalgen“ (unter Berücksichtigung von **Artenzusammensetzungen, Biomasse/Abundanz, jährliche/jahreszeitliche Variabilität, opportunistische Arten, charakteristische mehrjährige und große Arten, Bestandentwicklung, Neobiota, räumliche Komponente**) hinsichtlich einer Bewertung des Umweltzustandes gemäß MSRL ausreichend abbildet und welche zusätzlichen Informationen ausgedehntere Monitoring-Programme liefern könnten (Beantwortung der Frage: „Reichen die bereits erhobenen WRRL-Daten aus, um für S.-H. die Anforderungen der MSRL zu erfüllen?“).

Zusätzlich wurde ermittelt, inwiefern das WRRL-Makrozoobenthosmonitoring („**MarBIT**“) das in der MSRL genannte Merkmal „Wirbellose des Meeresgrunds“ (unter Berücksichtigung von **Artenzusammensetzungen, Biomasse/Abundanz, jährliche/jahreszeitliche Variabilität, opportunistische Arten, charakteristische mehrjährige und große Arten, Bestandentwicklung, Neobiota**) hinsichtlich einer Bewertung des Umweltzustandes gemäß MSRL ausreichend abbildet (soweit es den Flachwasserbereich bis ca. 15 (20) m und Hartboden von S.-H. betrifft).

Vorgehen:

Zunächst wurde (aus der MSRL sowie nationalen und EU-Folgepapieren) ermittelt, welche Daten im Rahmen eines MSRL-Monitoring-Programms für die Merkmale Makrophyten und Hartboden-Makrozoobenthos erhoben und bewertet werden müssten. Dieser Schritt wurde im letzten Kapitel (5.2) durchgeführt und im Ergebnis stichwortartig zusammengefasst.

Im nächsten Schritt wurden die ermittelten MSRL-Anforderungen mit den im Rahmen der WRRL- Bewertungsverfahren BALCOSIS und MarBIT erhobenen Daten verglichen und **Defizite aufgezeigt**. Als Grundlage der MSRL-Überwachungsprogramme sind die Anfangsbewertung und die Umweltziele vorgesehen, die sich insbesondere an Anhang III MSRL („Merkmale und Belastungen“) und nicht an den Anhang I MSRL („Qualitative Deskriptoren“) orientieren. Jedoch wird in Anhang V („Überwachungsprogramme“) mehrfach auf den auf den Deskriptoren aus Anhang I basierenden „guten Umweltzustand“ gemäß Artikel 3 Bezug genommen. Die Ergebnisse dieser Analyse sind in Tabelle 2 (für den GUZ-Deskriptor „D1 – biologische Vielfalt“) sowie in Abschnitt 6.1.2 (für andere betroffene Deskriptoren) dargestellt.

Der Aspekt der jahreszeitlichen Variabilität wäre dabei nur in solchen Fällen als Defizit genannt worden, in denen der jahreszeitlichen Variabilität direkte indikative Bedeutung beigemessen werden könnte, wenn also eine Erhöhung oder Verringerung der Variabilität selbst Auskunft über den Umweltzustand liefern würde.

Schließlich wurde ermittelt, welche Defizite ggf. durch ein weiteres bereits bestehendes Monitoring (im Rahmen des LASH-Projekts am GEOMAR durchgeführt) bzw. durch zwei Varianten eines über bisherige Monitoring-Programme hinausgehendes Monitoring ausgeglichen werden könnten. **Variante 1** entspricht dabei einem gezielt für die Anforderungen der MSRL eingeführten Monitoring-Programme für Makrophyten und MZB (6.1.4), **Variante 2** dem im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Testmonitorings (6.2).

6.1.1 Verwendung WRRL-Bewertungsverfahren (BALCOSIS, MarBIT) für die MSRL

Die folgende Diskussion des Umfangs der Erfüllung von MSRL-Ansprüchen durch WRRL-Monitoring-Programme an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste orientiert sich an den betroffenen qualitativen GUZ-Deskriptoren und ihren jeweiligen Kriterien und Indikatoren zur Beurteilung des Umweltzustands. Für die den Deskriptoren im KOM-Beschluss über die "Kriterien und methodischen Standards" zugeordneten Indikatoren müssen im Rahmen der Operationalisierung durch die Mitgliedsstaaten „spezifische und repräsentative Ökosystemkomponente sowie spezifizierte Maßeinheiten“ festgelegt werden (EU_KOM 2010). Die vorliegende Arbeit kann einen Beitrag zu diesen Festlegungen im Bereich der biologischen Merkmale „Angiospermen und Makroalgen“ und „Wirbellose des Meeresgrunds“ (Tabelle 1 Anhang III MSRL) leisten.

Die hier diskutierten Makrophyten- und MZB-Monitoring-Programme beziehen sich insbesondere auf den Deskriptor **D1 - biologische Vielfalt** (6.1.1.1), weshalb dieser herausgehoben behandelt wird. Weitere vom Makrophyten- und MZB-Monitoring betroffene Deskriptoren sind **D2 - Nicht einheimische Arten**, **D4 - Bestandteile der Nahrungsnetze**, **D5 - (anthropogene) Eutrophierung**, und **D6 - Zustand des Meeresgrunds (alle 6.1.1.2).**

6.1.1.1 Deskriptor biologische Vielfalt

Für die Bewertung des Deskriptors „D1- biologische Vielfalt“ wird die biologische Vielfalt gemäß EUKOM-Beschluss (EU_KOM 2010) auf drei (öko-)logischen Ebenen betrachtet: Auf Artebene, Habitatebene und Ökosystemebene.

Artebene: Die Erfassung der Beschaffenheit einer Art kann die Feststellung der Gesundheit der Population sowie Wechselbeziehungen zwischen Arten oder innerhalb einer Art einschließen. Für Unterarten und Populationen müssen getrennte Bewertungen vorgenommen werden, wenn die Anfangsbewertung oder neues Datenmaterial für einige von ihnen Auswirkungen auf oder potenzielle Gefährdungen für ihren Zustand aufzeigen. Voraussetzung für die Bewertung von Arten ist demnach ein zusammenhängendes Verständnis der Verteilung, Größe und Beschaffenheit ihrer Lebensräume. Die drei **Kriterien** und zugehörigen Indikatoren

zur Beurteilung der Fortschritte hin zu einem guten Umweltzustand und zu biologischer Vielfalt auf Artenebene sind (EU_KOM 2010):

1.1. Verbreitung der Art

- Verbreitungsgebiet (1.1.1)
- gegebenenfalls Verbreitungsmuster innerhalb des Verbreitungsgebiets (1.1.2)
- besiedelte Fläche (bei sessilen/benthischen Arten) (1.1.3)

1.2. Populationsgröße

- Abundanz und/oder Biomasse (1.2.1)

1.3. Beschaffenheit der Population

- Populationsdemografische Merkmale (z. B. Größen-/Altersklassenverteilung, Geschlechterverhältnis, Reproduktionsraten, Überlebens-/Mortalitätsraten) (1.3.1)
- gegebenenfalls populationsgenetische Struktur (1.3.2)

Habitatebene: In der Logik der MSRL beinhaltet der Begriff „Habitat“ die abiotischen Merkmale *und* die betreffenden Lebensgemeinschaften und betrachtet beide Komponenten gemeinsam im Sinne eines Biotops. Die drei Kriterien für Habitate mit den dazugehörigen Indikatoren sind Verteilung, Größe und Beschaffenheit (EU_KOM 2010):

1.4. Habitatverteilung

- Verteilungsgebiet (1.4.1)
- Verteilungsmuster (1.4.2)

1.5. Habitatgröße

- Habitatfläche (1.5.1)
- gegebenenfalls Habitatvolumen (1.5.2)

1.6. Beschaffenheit des Habitats

- Typische Arten und Gemeinschaften (1.6.1)
- relative Abundanz und/oder Biomasse (1.6.2)
- physikalische, hydrologische und chemische Gegebenheiten (1.6.3)

Ökosystemebene: Um im Sinne der MSRL zur Feststellung des guten Umweltzustands die Prozesse und Funktionen bewerten zu können, sind die Wechselbeziehungen zwischen den strukturellen Bestandteilen des Ökosystems von entscheidender Bedeutung (EU_KOM 2010). Auch sollten gemäß EUKOM-Beschluss (EU_KOM 2010) Aspekte, die unter anderen Deskriptoren des guten Umweltzustands (etwa Deskriptoren 4 und 6) angesprochen werden, und Erwägungen hinsichtlich Verbund (Konnektivität) und Widerstandsfähigkeit (Resilienz) bei der Betrachtung von Ökosystemprozessen und -funktionen berücksichtigt werden.

1.7 Ökosystemstruktur

- Zusammensetzung und Anteile von Ökosystemkomponenten (Lebensräume und Arten)

Tabelle 2: Deskriptor 1 – biologische Vielfalt (Makrophyten und MZB).

	Kriterien und (Zustands-) Indikatoren	WRRL-Bewertungsverfahren		Defizite		Ergänzungen		
		BALCOSIS	MarBIT	BALCOSIS	MarBIT	LASH	Test-Monitoring	Ideal-Monitoring
1.1	Verbreitung der Art							
1.1.1	Verbreitungsgebiet	An-/Abwesenheit - Meldung in dt. EEZ von vorgegebenen Arten an internationale (Meeresregion-) Ebene	An-/Abwesenheit-Meldung in dt. EEZ zuvor ausgewählter Arten an internationale (Meeresregion-) Ebene	Nur bis 7 m Wassertiefe	-	-	Makrophyten bis 15 m Wassertiefe	Makrophyten bis untere MP-Verbreitungsgrenze
1.1.2	Ggf. Verbreitungsmuster innerhalb des Verbreitungsgebiets	1) An-/Abwesenheit Arten per WK 2) Tiefenverbreitung von 2 Taxa (<i>Fucus</i> spp., <i>Zostera marina</i>) 3) Muster auf der Zeitachse (Jahre)	An-/Abwesenheit pro WK	Nur bis 7 m Wassertiefe	-	[Jahreszeitliche Besiedlungsmuster junger Makroalgen?]	1) Makrophyten bis 15 m Wassertiefe 2) Jahreszeitliche Muster	1) Makrophyten bis untere MP-Verbreitungsgrenze 2) Jahreszeitliche Muster
1.1.3	Besiedelte Fläche (bei sessilen/benthischen Arten)	Abschätzung durch Tiefenverbreitung und horizontales Vorkommen nach Kartierung (Fürhaupter et al. 2008) von 2 Taxa (<i>Fucus</i> spp., <i>Zostera marina</i>)	-	1) Nur bis 7 m Wassertiefe 2) Ggf. nur sehr ungenaue Abschätzung - aufgrund fehlender Verifizierung der horizontalen Verbreitung	Wird nicht erfasst.	-	1) Makrophyten bis 15 m Wassertiefe 2) Jahreszeitliche Muster	1) Makrophyten bis untere MP-Verbreitungsgrenze 2) Jahreszeitliche Muster 3) Erfassung der Besiedelten Fläche ausgewählter MP- und MZB-Taxa
1.2	Populationsgröße							

	Kriterien und (Zustands-) Indikatoren	WRRL-Bewertungsverfahren		Defizite		Ergänzungen		
		BALCOSIS	MarBIT	BALCOSIS	MarBIT	LASH	Test-Monitoring	Ideal-Monitoring
1.2.1	Abundanz und/oder Biomasse	1) Bedeckung durch <i>Fucus</i> spp. und Opportunisten (in 0-2 m Tiefe) 2) Biomasse von <i>Zostera marina</i> und Opportunisten 3) Biomasse Makroalgen (in 5-7 m Tiefe)	Biomasse	Nur bis 7 m Wassertiefe	-	-	1) Makrophyten bis 15 m Wassertiefe 2) Jahreszeitliche Muster	1) Makrophyten bis untere MP-Verbreitungsgrenze 2) Jahreszeitliche Muster
1.3	Beschaffenheit der Population							
1.3.1	Populationsdemografische Merkmale (z. B. Größen-/Altersklassenverteilung, Geschlechterverhältnis, Reproduktionsraten, Überlebens-/Mortalitätsraten)	-	-	Wird nicht erfasst	Wird nicht erfasst	[Jahreszeitliche Reproduktionsmuster junger Makroalgen?]	-	Erfassung populationsdemografischer Merkmale ausgewählter MP- und MZB-Taxa
1.3.2	Ggf. populationsgenetische Struktur	-	-	Wird nicht erfasst	Wird nicht erfasst	-	-	Erfassung populationsgenetischer Merkmale ausgewählter MP- und MZB-Taxa (z.B.: <i>Arctica</i> , <i>Mytilus</i> , <i>Fucus</i> und <i>Zostera</i>)
1.4	Habitatverteilung							

	Kriterien und (Zustands-) Indikatoren	WRRL-Bewertungsverfahren		Defizite		Ergänzungen		
		BALCOSIS	MarBIT	BALCOSIS	MarBIT	LASH	Test-Monitoring	Ideal-Monitoring
1.4.1	Verteilungsgebiet	An-/Abwesenheit - Meldung in EEZ des Biotops „Makrophytenbestand“ an internationale (Meeresregion-) Ebene	-	Keine flächendeckende Erfassung bis zur unteren MP-Verbreitungsgrenze	-	-	-	Flächendeckende Erfassung bis zur unteren MP-Verbreitungsgrenze
1.4.2	Verteilungsmuster	An-/Abwesenheit des Biotops „Makrophytenbestand“ in WK	-	Keine flächendeckende Erfassung bis zur unteren MP-Verbreitungsgrenze	-	-	-	Flächendeckende Erfassung bis zur unteren MP-Verbreitungsgrenze
1.5	Habitatgröße							
1.5.1	Habitatfläche	-	-	1) Keine Tiefengrenze Makrophyten 2) Ggf. nur sehr ungenaue Abschätzung aufgrund fehlender Verifizierung der horizontalen Verbreitung	Keine Erfassung der von MZB-strukturierten Habitats wie biogenen Riffen und Miesmuschelbänken	-	-	1) Tiefengrenze Makrophyten 2) Erfassung der Habitatfläche von Makrophytenbeständen und MZB-strukturierten Habitats
1.5.2	Ggf. Habitatvolumen	-						
1.6	Beschaffenheit des Habitats							

	Kriterien und (Zustands-) Indikatoren	WRRL-Bewertungsverfahren		Defizite		Ergänzungen		
		BALCOSIS	MarBIT	BALCOSIS	MarBIT	LASH	Test-Monitoring	Ideal-Monitoring
1.6.1	Typische Arten und Gemeinschaften	1) <i>Fucus</i> spp. und Opportunisten (in 0-2 m Tiefe) 2) <i>Zostera marina</i> und Opportunisten 3) Artenreduktion Makroalgen (in 5-7 m Tiefe)	zuvor als typisch deklarierte Arten	Nur bis 7m Wassertiefe	-	-	Makrophyten bis 15 m Wassertiefe	Makrophyten bis untere MP-Verbreitungsgrenze
1.6.2	Relative Abundanz und/oder Biomasse	1) Verhältnis: <i>Fucus</i> spp.- / Opportunisten-Bedeckung (in 0-2 m Tiefe) 2) Verhältnis: <i>Zostera marina</i> / Opportunisten-Biomasse 3) Opportunistenanteil Makroalgen (in 5-7 m Tiefe)	1) Artenvielfalt: "Taxonomic Spread Index" 2) Abundanz(- verteilung) 3) Obligatorische störungsempfindliche Taxa 4) Anteil toleranter Taxa	1) Nur bis 7 m Wassertiefe 2) keine Diversitäts-Erfassung, die relative Abundanzen beinhaltet	-	-	1) Makrophyten bis 15 m Wassertiefe 2) Diversität inkl. relativer Abundanz	1) Makrophyten bis untere MP-Verbreitungsgrenze 2) Diversität inkl. relativer Abundanz
1.6.3	Physikalische, hydrol. u. chemische Gegebenheiten	-						
1.7	Ökosystemstruktur							
1.7.1	Zusammensetzung und Anteile von Ökosystemkomponenten (Lebensräume und Arten)	Ggf. Meldung von Arten oder «Makrophytenbestand» an internationale Ebene	-	-	-	-	-	flächendeckende Erfassung bis untere MP-Verbreitungsgrenze

D2 - Nicht einheimische Arten

Indikator: 2.1.1 „Entwicklungen bei Abundanz, zeitlichem Vorkommen und räumlicher Verteilung nicht heimischer Arten in der freien Natur, besonders invasiver nicht-einheimischer Arten und besonders in Risikogebieten, Hauptvektoren und – Einschleppungswegen solcher Arten“

DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: MAKROPHYTEN NUR BIS 7 M.

2.2.2 „Auswirkungen invasiver nicht-einheimischer Arten auf der Arten-, Habitat- und Ökosystemebene, soweit möglich“

DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: MAKROPHYTEN NUR BIS 7 M.

D4 - Nahrungsnetze

Indikator: 4.3.1 „Abundanzveränderungen bei ausgewählten wichtigen Funktionsgruppen/-arten [inkl. Lebensraum bestimmende Gruppen/Arten]“

DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: MAKROPHYTEN NUR BIS 7 M.

D5 - Eutrophierung

Indikator: 5.2.3 „Abundanz opportunistischer Makroalgen“

DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: MAKROPHYTEN NUR BIS 7 M.

5.3.1 „Beeinträchtigung der Abundanz von mehrjährigem Seetang und Seegras (z.B. Braunalgen, Gemeines Seegras und Neptungras) durch abnehmende Sichttiefe“

DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: MAKROPHYTEN NUR BIS 7 M.

D6 - Meeresgrund

Indikator: 6.1.1 „Art, Abundanz, Biomasse und Flächenausdehnung relevanter biogener Substrate“

Nicht DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH ERFÜLLT. DEFIZITE: KEINE FLÄCHENDECKENDE ERFASSUNG DER AUSDEHNUNG VON MAKROPHYTENBESTÄNDEN UND MUSCHELBÄNKEN (UND GGF. ANDEREN BIOGENEN RIFFEN)

6.2.1 „Präsenz besonders empfindlicher und/oder besonders toleranter Arten“

DURCH BALCOSIS UND MARBIT IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: MAKROPHYTEN NUR BIS 7 M.

6.2.2 „multimetrische Indizes zur Bewertung von Beschaffenheit und Funktionalität der benthischen Lebensgemeinschaft, wie Artenvielfalt und -reichtum, Verhältnis opportunistische/empfindliche Arten“

- DURCH MARBIT FÜR MZB IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLT.

- VERHÄLTNIS OPPORTUNISTISCHE/EMPFINDLICHE MAKROPHYTENARTEN DURCH BALCOSIS IM KÜSTENBEREICH BIS 7 M WEITGEHEND ERFÜLLT. DEFIZITE: NUR BIS 7 M, KEIN DIVERSITÄTSPARAMETER, DER RELATIVE ABUNDANZEN BERÜCKSICHTIGT

6.2.3 „Anteil Biomasse oder Anzahl Individuen des Makrobenthos, die eine bestimmte Größe/Länge überschreiten“

DURCH MARBIT daten IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLBAR.

6.2.4 „Parameter zur Beschreibung der Merkmale (Form, Steigung und Schnittpunkt) des Größenspektrums der benthischen Lebensgemeinschaft“

DURCH MARBITdaten IM KÜSTENBEREICH WEITGEHEND ERFÜLLBAR.

6.1.2 Defizite der praktizierten Methoden in Hinblick auf die Verwendung für die MSRL

Durch den Vergleich der Ansprüche der MSRL an im Rahmen dieser Richtlinie durchzuführende Überwachungsprogramme (5.2) mit den bereits im Rahmen des WRRL-Monitoring-Programms erhobenen Daten (5.1) ergaben sich zusammengefasst (Details siehe in Tabelle 2) folgende Defizite bezüglich des GUZ-Deskriptors „biologische Vielfalt“:

- **Auf Artebene:**

Das auffälligste Defizit des WRRL-Makrophyten Bewertungsverfahrens BALCOSIS gegenüber den Ansprüchen der MSRL auf Artebene liegt in der Erhebung der Makrophytenarten nur in Tiefen zwischen 0 und 7 m.

[Hinweis: Ein Vergleich der Artenlisten der Jahre 2008 und 2009 der BALCOSIS-Station „Außenschlei“ mit in unmittelbarer Nachbarschaft erhobenen Daten des Projekts LASH+ (Hiebenthal 2006; Bock 2009) zeigte, dass 38% (2008) bzw. 73% (2009) der im Rahmen von LASH+ in der Tiefe zwischen 2 und 20 m identifizierten Arten in denselben Jahren auch bei der BALCOSIS-Station gefunden wurden. Dabei wurden von insgesamt 21 in 2008 identifizierten „LASH+-Arten“ fünf weder in 2008 noch in 2009 an der BALCOSIS-Station gefunden. Von insgesamt 15 in 2009 identifizierten „LASH+-Arten“ wurden drei weder in 2008 noch in 2009 an der BALCOSIS-Station gefunden. Zwei der „LASH+-Arten“, die weder in 2008 noch in 2009 an der BALCOSIS-Station gefunden wurden, wurden an den LASH-Stationen in 8 m Tiefe bestimmt, also außerhalb des BALCOSIS-Tiefenspektrums. Allerdings handelt es sich bei der einen Art (*Polysiphonia nigra*) vermutlich um einen Bestimmungsfehler (Verdacht: *P. fucooides*). Zudem sind weder *Polysiphonia nigra/fucooides* noch *Gracilaria vermiculophylla* (die zweite Art) Arten, die ausschließlich oder bevorzugt in Tiefen >5 m vorkommen. Demnach hätten theoretisch alle bei LASH+ in Tiefen >5 m identifizierten Arten auch bei BALCOSIS in Tiefen <5 m gefunden werden können.]

Sowohl beim BALCOSIS-Verfahren als auch bei dem WRRL-Makrozoobenthosmonitoring MarBIT werden darüber hinaus generell keine Bestands- und Populationsbeschaffenheiten und keine jahreszeitliche Variabilität im Auftreten von Benthosarten erfasst. Da der jahreszeitlichen Variabilität hier jedoch keine eigene indikative Bedeutung bei der Bewertung des Umweltzustands beigemessen werden konnte, wird die Abwesenheit der Erfassung jahreszeitlicher Schwankungen nicht als Defizit betrachtet.

Die Erfassung der durch ausgewählte benthische Organismen besiedelten Fläche kann aufbauend auf das BALCOSIS-Verfahren nur sehr ungenau abgeschätzt werden, da eine Verifizierung der horizontalen (küsten-/tiefenlinien-parallelen) Verbreitung fehlt. Im Rahmen des MarBIT-Verfahrens wird die besiedelte Fläche nicht erfasst.

- **Auf Habitatebene:**

Auf Habitatebene ist die fehlende (MarBIT) oder mangelnde (BALCOSIS) Erfassung der flächigen Ausdehnung von Makrozoobenthos-strukturierten Habitaten (wie Miesmuschelbänken und/oder anderen biogenen Riffen; MarBIT) oder Makrophytenbeständen (BALCOSIS) das entscheidende Defizit. Ohne solche Daten können keine Aussagen über Habitatverteilung und –größe getroffen werden. Über die im Rahmen des BALCOSIS-Verfahrens erhobenen Tiefengrenzen von *Zostera marina* und *Fucus* spp. könnten bei Einbeziehung der bei der

Makrophytenkartierung (Fürhaupter et al. 2008) erhobenen Daten grobe Einschätzungen der flächigen Ausdehnung von Makrophytenbeständen durchgeführt werden. Für eine bessere/zuverlässigere Annäherung fehlen aber die Erfassung der Makrophytentiefengrenzen und eine regelmäßig wiederholte Verifizierung der horizontalen (küsten-/tiefenlinienparallelen) Verbreitung².

Für die Bewertung der Habitatbeschaffenheit von Makrophytenbeständen sind aus Sicht der MSRL die Beschränkung der Erhebung auf Wassertiefen bis 7 m, die Nichtermittlung jeglicher Diversität außerhalb der Tiefenzone 5-7 m und die generelle Nichtermittlung eines Diversitätsparameters, der relative Abundanzen beinhaltet, entscheidende Defizite.

- **Weitere übergeordnete/allgemeine Defizite:**

- 1) Für einen Beitrag der bestehenden WRRL-Monitoring-Programme zur Bewertung des Umweltzustands gemäß MSRL auf Ökosystemebene besteht bislang kein Konzept.
- 2) Für die Bewertungen des Umweltzustands gemäß MSRL müssen (für jede Region, Unterregion oder Unterteilung, ausgehend von Teil A Ziffer 2, unter Berücksichtigung der verschiedenen Arten und Lebensgemeinschaften repräsentative Arten und Lebensraumtypen aus den in Tabelle 1 Anhang III aufgeführten Merkmalsgruppen ausgewählt werden (Krause et al. 2011).

Für das BALCOSIS-Verfahren wurden bereits 10 repräsentative Makrophytenarten für die Tiefenzone bis 7 m ausgewählt, die für ein MSRL-Monitoring übernommen werden können. Für Tiefen von mehr als 7 m müssen aber noch entsprechende Arten ausgewählt werden und für das MarBIT-Verfahren bzw. für MZB fehlt eine Auswahl ebenfalls noch.

- 3) Bezüglich der Vergleichbarkeit bzw. Standardisierung der Überwachungsverfahren in den Meeres(unter)regionen und der Kohärenz, Vergleichbarkeit, Aggregationsfähigkeit und Vermeidung von Redundanz der erhobenen Informationen innerhalb und zwischen Meeres(unter)regionen besteht noch Handlungsbedarf. Insbesondere konnte bislang quasi keine Interkalibrierung der WRRL-Makrophytenmonitoring-Programme in Nord- und Ostsee durchgeführt werden (Ausnahme: Ansätze zur Kalibrierung des Faktors Seegrastiefengrenze zwischen Deutschland und Dänemark). Das deutsche WRRL-Makrozoobenthosmonitoring wurde mit dem in Dänemark und Polen interkalibriert.

6.1.3 Verwendung LASH für MSRL (Jahreszeitliche Varianz)

In der vorliegenden Studie sollte auch geprüft werden, inwiefern das LASH („Langzeit-Algenmonitoring S.-H.“)-Programm am GEOMAR geeignet wäre, um jahreszeitliche Variabilität in der Makrophytenflora gemäß MSRL an der schleswig-holsteinischen Ostseeküste (als Ergänzung zum BALCOSIS-Verfahren) zu erfassen. Denn auch wenn der jahreszeitlichen Variabilität hier keine eigene indikative Bedeutung beigemessen werden konnte (siehe oben),

² Im Rahmen verschiedener laufender Projekte (u. a. des LLUR) wird der Meeresgrund der schleswig-holsteinischen Ostseeküste hinsichtlich Sedimentbeschaffenheit (und Makrophytenbestände) kartiert.

können Informationen über jahreszeitliche Schwankungen wertvolle Informationen zu einem Monitoring beitragen, wenn dadurch jahreszeitlich bedingte Phänomene (z.B. nur im Winter auftretende Neobiota) berücksichtigt werden können.

LASH ist ein Langzeit-Monitoring, das im Auftrag des LLUR am GEOMAR etabliert wurde und seit 2004 Daten zur Besiedlung von Hartsubstratflächen durch benthische Algen erhebt. Im Rahmen von LASH wird an drei Standorten entlang der schleswig-holsteinischen Ostseeküste (Maasholm, Kiel-Friedrichsort (beim Marine Fliegergeschwader MFG 5), Fehmarn) zeitlich hoch aufgelöst (wöchentlich im Sommerhalbjahr und monatlich im Winterhalbjahr) über das gesamte Jahr hinweg die Besiedlung durch Keimlinge und junge Makrophyten (bis zu 11 Wochen alt) im Flachwasser auf künstlichen Hartsubstraten erfasst.

Bewertung von LASH als Ergänzung zum MSRL (Merkmal *jahreszeitliche Varianz von Makrophyten (und MZB)*):

Da LASH ausschließlich junge Algen-Siedler erhebt und diese nicht notwendigerweise die lokale etablierte Makrophytengemeinschaft widerspiegeln, kann davon ausgegangen werden, dass die mit dem LASH-Programm erhobenen Daten jahreszeitliche Schwankungen der lokalen Makrophytengemeinschaft nicht zufriedenstellend beinhalten.

Als weiterer wichtiger Aspekt, der gegen eine Nutzung der LASH-Daten für die Erhebung jahreszeitlicher Schwankungen im Rahmen eines MSRL-Monitoring spricht, ist zu nennen, dass alle drei LASH-Standorte in „inneren Küstengewässern“ (jeweils KG-Typ B2) liegen:

- LASH-Standort „Maasholm“: Wasserkörper „Schleimünde“
- LASH-Standort „Kiel-Friedrichsort“: Wasserkörper „Kieler Innenförde“
- LASH-Standort „Fehmarn“: Wasserkörper „Orther Bucht“

Um ein Maß für die Ähnlichkeit/Unähnlichkeit der LASH-Standorte mit nahe gelegenen BALCOSIS-Stationen der äußeren Küstengewässer zu erhalten wurden beispielhaft die Listen der in den Jahren 2006-2010 erfassten Algenarten des LASH-Standorts „Maasholm“ und der (benachbart, aber im äußeren KG gelegenen) BALCOSIS-Station „Außenschlei“ verglichen. Es zeigt sich, dass im Mittel nur 22 % ($\pm 4,7$ StAbw) der am Standort „Außenschlei“ erfassten Arten auch auf künstlichen Hartsubstraten beim Standort „Maasholm“ (LASH) gefunden wurden. Anders herum wurden im Mittel 30 % ($\pm 8,7$ StAbw) der „Maasholm“ (LASH)-Arten auch bei der Station „Außenschlei“ gefunden. Während diese letzte Zahl theoretisch durch jahreszeitliche Schwankungen (was ein Grund für eine größere Anzahl an Arten bei „Maasholm“ sein könnte) erklärbar wäre, zeigt der geringe Anteil an „Außenschlei“-Arten, die auch bei Maasholm gefunden wurden, deutlich, dass die Algen-Siedler bei Maasholm nicht ausreichend die etablierte Makrophytengemeinschaft bei der Station Außenschlei widerspiegelt.

Schließlich spricht die ausschließliche Erfassung von Algen-Siedlern gegen die Verwendung der LASH-Daten für ein MSRL-Monitoring, da durch das (weitgehende) Ignorieren von Mak-

rozoobenthos-Arten im LASH-Projekt der ganzheitliche Ökosystemansatz der MSRL nicht erfüllt wird.

Zusammenfassend kommt diese Studie also zu dem Ergebnis, dass sich die aus dem LASH-Projekt gewonnenen Daten nicht für die Abdeckung des biologischen Merkmals *jahreszeitliche Varianz von Makrophyten (und MZB)* in den äußeren Küstengewässern der schleswig-holsteinischen Ostseeküste eignet.

6.1.4 Konzept zum Makrophytenmonitoring nach MSRL

Das im Folgenden beschriebene Konzept basiert auf den oben herausgearbeiteten Anforderungen der MSRL an ein Makrophytenmonitoring (5.2) sowie auf den diesbezüglichen Defiziten des bislang praktizierten WRRL-Monitoring-Programms (6.1.2) und stellt ein erschöpfendes Konzept dar, das alle MSRL-Ansprüche erfüllt.

Die in diesem Konzept angegebenen Bewertungsklassengrenzen orientieren sich meist an den Klassengrenzen der Bewertungsparameter des BALCOSIS-Verfahrens, sind aber ausschließlich als erste Vorschläge zur Herangehensweise zu verstehen. Sie bedürfen der detaillierten Überprüfung durch lokale Experten, denen die (aut-)ökologischen Bedürfnisse der jeweils betrachteten Arten bekannt sind.

Die Erarbeitung und Darstellung des Konzepts orientiert sich an den oben (5.2) dargestellten MSRL-Anforderungen und an den Indikatoren des Deskriptors *Biologische Vielfalt* (Tabelle 2):

1) Grenzen übergreifende Koordination (Aggregierbarkeit und Vergleichbarkeit der erhobenen Daten)

Das hier erarbeitete Konzept eines MSRL-Makrophytenmonitoring-Programms baut direkt auf das bereits bestehende WRRL- Bewertungsverfahren BALCOSIS auf und bezieht auch das WRRL-Makrozoobenthos-Bewertungsverfahren MarBIT mit ein (5.1). Demzufolge würde das MSRL-Monitoring Bewertungen des aktuellen Umweltzustands mit fünf Zustandsklassen entsprechend der WRRL-Bewertung („sehr gut, gut, mäßig, unbefriedigend, schlecht“) zunächst auf der Ebene von WRRL-Wasserkörpern generieren, die jeweils (gewichteten) Werten zwischen 0 und 1 entsprechen (Tabelle 3). Dies ermöglicht die Ermittlung eines mittleren (Median³ der einzelnen Gesamtbewertungen eines Wasserkörpers) Umweltzustands des betrachteten Bereichs einer Meeresregion auf den Ebenen *Bundesland, AWZ der Bundesrepublik Deutschland* und *gesamte Meeresregion* (Nordsee oder Ostsee). Spätestens auf der Ebene der Meeres(unter)region bietet sich dann eine Umdeklarierung der Bewertungsklassen der WRRL in die Bewertungsklassen der MSRL („Guter Umweltzustand erreicht“ bzw. „Guter Umweltzustand nicht erreicht“) an. Dabei würden die WRRL-Klassen „sehr gut“ und

³ Da die Basis der Bewertungen (die Parameter aus denen sie berechnet wurden) sowie die geografischen Einheiten, die sie beschreiben nicht immer vergleichbar sind und eine Normalverteilung der Daten unwahrscheinlich ist, kann nicht das arithmetische Mittel (der „Mittelwert“) verwendet werden.

„gut“ dem *erreichten Guten Umweltzustand* gemäß MSRL entsprechen, wie es auch bereits in der MSRL-Anfangsbewertung praktiziert wurde (4.1.1 (BLANO 2012a; BLANO 2012b)). Bei diesem Schritt können dann auch Bewertungen aus anderen Bewertungsverfahren (FFH-Richtlinie, HELCOM, OSPAR etc.) nach einer entsprechenden Gewichtung einbezogen werden was zu einer nachvollziehbaren Gesamtbewertung auf nationaler Ebene bzw. auf der Ebene der Meeres(unter)regionen führen würde.

Während also die Aggregierbarkeit der erhobenen Daten erfüllbar ist, stellt die Vergleichbarkeit der Verfahren ein größeres Problem dar. Der Abstimmungsprozess der Verfahren zwischen den Staaten, die sich eine Meeres(unter)region (z. B. Nord- oder Ostsee) teilen, ist noch nicht abgeschlossen. Ein Implementierungs-(CIS) und Interkalibrierungsprozess, ähnlich dem bei der WRRL angewendeten, wurde seitens der Mitgliedstaaten abgelehnt (Krause et al. 2011). Die WRRL-Interkalibrierung der Makrophytenerhebung muss derweil als gescheitert betrachtet werden (6.1.2)

Tabelle 3: Bewertungsklassen gemäß BALCOSIS- und MarBIT-Verfahren
(aus Fürhaupter & Meyer (2009)).

Bewertungsklasse	Wertebereich b
Sehr gut	$0,8 \leq b \leq 1,0$
gut	$0,6 \leq b < 0,8$
mäßig	$0,4 \leq b < 0,6$
unbefriedigend	$0,2 \leq b < 0,4$
schlecht	$0 \leq b < 0,2$

Gleichwohl legt die MSRL größten Wert auf die grenzübergreifende Koordination der Erhebungen. Im Zuge der Implementierung der MSRL können demnach neue Anstrengungen unternommen werden, diese zentrale Forderung zu erfüllen. Die Harmonisierung der Verfahren (sowie die Koordinierung der Aggregierbarkeit der Daten) sollen von den regionalen Meeres-schutzübereinkommen übernommen werden. Derzeit gibt es für die OSPAR-Region (u. a. Nordsee) die Korrespondenzarbeitsgruppe „ICG-MSFD“, die koordinierenden Arbeiten zur MSRL im Bereich des Nordostatlantiks übernehmen soll, sowie die „ICG-COBAM“ (Coordination of Biodiversity Assessment and Monitoring) für die regionale Umsetzung der Biodiversitätsaspekte.

Für die Ostsee wurde ein internationaler Abstimmungsprozess im Rahmen der Projekte HELCOM CORESET I und II und TARGREV begonnen (Krause et al. 2011). Hauptaugenmerk liegt auf der Indikatorentwicklung im CORESET II Projekt. Allgemein wird eine Koordinierung und Harmonisierung zwischen OSPAR und HELCOM angestrebt, gestaltet sich aber schwierig (pers. Komm. K. Hoppe, IOW).

Für einzelne Indikatoren des Deskriptors *Biologische Vielfalt* bietet sich nur eine Bewertung auf höherer räumlicher/logischer Ebene (als der Ebene Wasserkörper) an (Tabelle 2: 1.1.1 „Verbreitungsgebiet der Art“, 1.4.1 „Verbreitungsgebiet des Habitats“ und 1.4.2 „Verteilungsmuster eines Habitats“). Aus diesem Grund müssen im Sinne der MSRL über die Gesamtbewertungen eines Wasserkörpers oder einer Meeresregion-Untereinheit hinaus An-/Abwesenheitslisten von Arten und Habitaten an die jeweils höhere Bewertungsebene über-

mittelt werden. Diese Listen können dann spätestens auf der Ebene der Meeresregion ausgewertet werden und zur Gesamtbewertung des Umweltzustands der entsprechenden Meeresregion beitragen.

2) Vereinbarkeit mit bestehenden Programmen (insbesondere auch der WRRL: BALCOSIS, MarBIT)

Für die Bewertung der Makrophytenbestände ist in diesem Konzept eine Erweiterung des bestehenden WRRL-Makrophytenbewertungsverfahrens BALCOSIS vorgesehen, für das parallel erhobene Makrozoobenthos das WRRL-Makrozoobenthosbewertungsverfahrens MarBIT. Dabei ist auch, wie bei den WRRL-Bewertungen des ökologischen Zustands ein fünfstufiges Bewertungssystem mit den Zuständen „sehr gut“, „gut“, „mäßig“, „schlecht“ und „sehr schlecht“ vorgesehen. Da das hier vorgestellte Konzept eines MSRL-Makrophytenmonitoring-Programms also direkt auf das bereits bestehende WRRL-Monitoring-Programme aufbaut (siehe Punkt 1)), ist es perfekt mit diesen WRRL-Verfahren vereinbar. So ist auch sichergestellt, dass die gewonnenen Daten für eine Bewertung nur der schleswig-holsteinischen Ostsee (also eines Teils des Bewertungsraums *Meeresregion Ostsee*) genutzt werden können.

3) Ziel: Bewertung des aktuellen Umweltzustands sowie des Erfolgs oder Misserfolgs von Maßnahmen und Abhilfemaßnahmen

Auch mit dem Ziel Zustandsänderungen (oder Veränderungstrends) leichter erkennbar zu machen, wurde für das MSRL-Monitoring das fünfstufige Bewertungssystem des ökologischen Zustands der WRRL mit den Zuständen „sehr gut“, „gut“, „mäßig“, „schlecht“ und „sehr schlecht“ und nicht das von der MSRL vorgesehene zweistufige Bewertungssystem („Guter Umweltzustand erreicht“ bzw. „Guter Umweltzustand nicht erreicht“) übernommen.

Um den Erfolg oder Misserfolg von Maßnahmen zu erfassen wird zudem zumindest für die ersten (z.B. drei) Jahre unmittelbar nach der Durchführung einer Maßnahme eine hohe (jährliche) Frequenz der Erhebungen (unter der Berücksichtigung jahreszeitlicher Schwankungen, siehe unten) vorgeschlagen.

4) Beachtung der Umweltziel-Indikatoren opportunistische Arten, charakteristische mehrjährige und große Arten, ggf. Bestandsentwicklung, Neobiota

Die Umweltziel-Indikatoren „opportunistische Arten“ und „charakteristische mehrjährige und große Arten“ sind in den Bewertungsverfahren BALCOSIS und MarBIT vorhanden und es wurden bereits entsprechende Arten ausgewählt.

Für die Makrophytenbestände in Tiefen >10 m müssen gemäß MSRL ergänzend „opportunistische Arten“ und „charakteristische mehrjährige und große Arten“ entsprechend eines guten Referenzzustands festgelegt werden. Als „charakteristische mehrjährige und große Arten“ kommen z.B. *Delesseria sanguinea* und *Furcellaria lumbricalis* und lokal *Laminaria digitata* oder *Saccharina latissima* in Frage, als „opportunistische Arten“ z.B. *Polysiphonia* spp.

Zur Auswahl „opportunistische Arten“ und „charakteristische mehrjährige und große Arten“ kann z.B. eine – sich an der Makrophytenartenliste der Handlungsanweisung zum BALCOSIS-Verfahren für Wassertiefen bis 7 m orientierende – Liste an der deutschen Ostseeküste heimischer Braun- und Rotalgen herangezogen werden (Tabelle 4, siehe auch Anhang V).

Für die Bewertung des MZB empfiehlt sich eine Einspeisung der erhobenen MZB-Daten (Arten und Abundanzen) entsprechend als „obligatorische störungsempfindliche Taxa“ oder als „tolerantere Taxa“ (siehe 5.1) in das MarBIT-System.

Tabelle 4: An der deutschen Ostseeküste heimische Braun- und Rotalgen („x“: gehört in diese Kategorie, „?x“: gehört vermutlich in diese Kategorie, „?n“: gehört vermutlich nicht in diese Kategorie, „?“: unbekannt/unklar).

Großgruppe	Taxon	Flachwasserarten (nur bis 10 m Tiefe vorkommend)	Opportunist	Neophyt
Phaeophyceae	<i>Botrytella micromora</i>	?		
	<i>Chorda filum</i>	X		
	<i>Chordaria flagelliformis</i>	X		
	<i>Desmarestia aculeata</i>			
	<i>Desmarestia viridis</i>			
	<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	X		
	<i>Ectocarpus</i> spp.		x	
	<i>Elachista fucicola</i>	X		
	<i>Fucus evanescens</i>	X		x
	<i>Fucus serratus</i>	X		
	<i>Fucus vesiculosus</i>	X		
	<i>Halosiphon tomentosus</i>	X		
	<i>Hincksia</i> sp.	?		
	<i>Laminaria digitata</i>			
	<i>Laminariocolax</i> sp.	?x		
	<i>Leptonematella fasciculata</i>	?		
	<i>Mesogloia vermiculata</i>	X		
	<i>Punctaria tenuissima</i>	?x		
	<i>Pylaiella littoralis</i>		x	
	<i>Saccharina lalissima</i>			
	<i>Scytosiphon lomentaria</i>	X		
	<i>Sphacelaria</i> cf. <i>arctica</i>	?x		
	<i>Sphacelaria</i> sp.	? (je nach Art)		
	<i>Sphaerotrichia divaricata</i>	X		
	<i>Spongonema tomentosum</i>	X		
Rhodophyceae	<i>Acrochaetium</i> sp.	x?	X?	
	<i>Aglaothamnion</i> spp.		x	
	<i>Ahnfeltia plicata</i>			
	<i>Antithamnion cruciatum</i>			
	<i>Brogniartella byssoides</i>	?n		
	<i>Callithamnion corymbosum</i>		x	
	<i>Ceramium</i> spp.	? (je nach Art)	x	

	<i>Coccotylus truncatus</i>			
	<i>Chondrus crispus</i>	?x		
	<i>Cystoclonium purpureum</i>	?		
	<i>Dasya baillouviana</i>	?	x	x
	<i>Delesseria sanguinea</i>			
	<i>Dumontia contorta</i>	x		
	<i>Furcellaria lumbricalis</i>			
	<i>Gracilaria vermiculophylla</i>	x	x	x
	<i>Harveyella mirabilis</i>	?		
	<i>Membranoptera alata</i>			
	<i>Nemalion helminthoides</i>	x		
	<i>Odonthalia dentata</i>			
	<i>Phycodrys rubens</i>			
	<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>			
	<i>Plumaria plumosa</i> (syn. <i>elegans</i>)			
	<i>Polyides rotundus</i>	?x		
	<i>Polysiphonia</i> spp.		x	
	<i>Rhodochorton purpureum</i>	?		
	<i>Rhodomela confervoides</i>			
	<i>Scagelothamnion pusillum</i>	?		
	<i>Spermothamnion repens</i>		x	

Für die Bewertung relativer Abundanzen von Opportunisten und charakteristischen mehrjährigen Arten kommt für die Makroalgen ein Vorgehen ähnlich dem im BALCOSIS-Verfahren verwendeten in Frage (Tabelle 5 & Tabelle 6). Demnach würde der Biomasseanteil der Opportunisten in 10-12 m Tiefe und in 15 m Tiefe wie beim BALCOSIS-Bewertungsfaktor „Hartsubstrat/Phytal“ in 5-7 m Tiefe bewertet werden. Die Abundanzen der typischen perennierenden Makroalgenarten in Tiefen >10 m würden bewertet werden, in dem die Biomasse von einer Auswahl (z.B. 10 Arten) Makroalgenarten gemessen wird, die im Referenzzustand gemeinsam einen Biomasseanteil von etwa 80% erreichen.

Tabelle 5: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Abundanzen von Opportunisten und ausgewählten typischen perennierenden Makroalgenarten in 10-12 m Wassertiefe.

Umweltzustand	Biomasseanteil der Opportunisten in der Tiefenzone 10-12 m	Biomasseanteil der <u>Summe</u> ausg. typischer Arten in der Tiefenzone 10-12 m
Sehr gut	Referenzwert: 0,5% ≤1%	Referenzwert: 80% ≥75%
gut	[1 - 10]%	[50 - 75]%
mäßig	[10 - 30]%	[10 - 50]%
unbefriedigend	[30 - 75]%	<10%
schlecht	>75%	fehlen

Tabelle 6: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Abundanzen von Opportunisten und ausgewählten typischen perennierenden Makroalgenarten in ~15 m Wassertiefe.

Umweltzustand	Biomasseanteil der Opportunisten in ~15 m Tiefe	Biomasseanteil der <u>Summe</u> ausg. typischer Arten in ~15 m Tiefe
Sehr gut	Referenzwert: 0,5% ≤1%	Referenzwert: 80% ≥75%
gut	[1 - 10]%	[50 - 75]%
mäßig	[10 - 30]%	[10 - 50]%
unbefriedigend	[30 - 75]%	<10%
schlecht	>75%	fehlen

Bestandsentwicklungen: Für die Bewertung von Bestandsentwicklungen bieten sich die Bestände einzelner (strukturegebender) Makrophyten- und MZB-Taxa (z.B.: *Arctica islandica*, *Mytilus* sp. *Fucus* spp. und *Zostera marina*) an. Neben einer Einschätzung der Größe des jeweiligen Bestands könnten auch populationsdemografische Merkmale (Tabelle 2, Indikator 1.3.1) zumindest der MZB-Arten (evtl. aber auch von *Fucus*) sowie populationsgenetische Merkmale (Tabelle 2, Indikator 1.3.2) erhoben werden. Die Bewertung würde jeweils im Vergleich zum Vorjahr (oder zu den Vorjahren) geschehen und als Ergebnis keinen aktuellen Umweltzustand, sondern eine positive oder negative Tendenz der Entwicklung liefern. Diese könnte als Teil einer (zusätzlich zur eigentlichen Bewertung beschriebenen) Gesamttendenz des Umweltzustands formuliert werden, z.B.:

- Ergebnis der Gesamtbewertung des Wasserkörpers: Umweltzustand: 0,5 („mäßig“)
- Tendenz der Gesamtentwicklung des Wasserkörpers: + („Verbesserung“)
 - Tendenz Bestand *Fucus* spp. im Wasserkörper: +
 - Tendenz Bestand *Mytilus* sp. im Wasserkörper: +⁴

Neobiota: Die Bewertung der Neobiota ist nicht trivial (siehe auch Fürhaupter et al. (2006)), da das Auftreten von Neobiota nicht *per se* auf einen verschlechterten Umweltzustand hinweist. Schädlich werden Neobiota demnach erst, wenn sie „invasiv“ werden. Das heißt, dass sie sich nachhaltig im System etablieren (sich erfolgreich reproduzieren), ihr Bestand zunimmt und dadurch typische Arten verdrängt oder die Struktur des Habitats verändert werden. Trotzdem ist es sinnvoll, schon ein erstes Auftreten in geringer Abundanz zu erfassen, da die Entwicklung nicht vorhersehbar ist. Hinzu kommt, dass davon ausgegangen werden kann,

⁴ Es müsste dabei im Einzelnen für jeden Wasserkörper festgelegt werden, was eine positive Entwicklung bezüglich des jeweiligen Taxons bedeutet. Z.B. kann in einigen Wasserkörpern ein zunehmender *Mytilus*-Bestand einer positiven Entwicklung entsprechen, während in anderen (im Referenzzustand Makrophyten-dominierten) Wasserkörpern ein abnehmender *Mytilus*-Bestand einer positiven Entwicklung entspricht.

dass einmal in einem System etablierte Neobiota nicht mehr aus diesem entfernt werden können. In Bezug auf mögliche Maßnahmen kann also nur die Verhinderung der Einwanderung weiterer Arten angestrebt werden. Entsprechend kann nur die Entwicklung der Zunahme an Neobiota im System sinnvoll bewertet werden (z.B. Tabelle 7). Um dem potentiellen Risiko gerecht zu werden, das jedem Auftreten eines Neophyten oder Neozoen innewohnt, kann demnach eine positive Bewertung nur bei keiner Registrierung neuer Arten erfolgen.

Tabelle 7: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Entwicklung der Anzahl von Neobiota.

Entwicklung Zustand	Zunahme Anzahl Neobiota / 3 Jahre
Sehr gut	Referenzwert: 0 0
unbefriedigend	1
schlecht	> 1

Zusätzlich sei hier darauf hingewiesen, dass ein überarbeitetes Monitoring nach MSRL aktiv offen für das Erkennen und Erfassen neuer Arten sein sollte. Eine Aufnahme neu entdeckter Neobiota in die Liste der Arten, deren Bestandentwicklung (siehe oben) verfolgt wird, wird empfohlen.

5) Erhobene Makrophyten- und MZB-Daten beinhalten **Artenzusammensetzungen, Abundanz/Biomasse und jährliche/jahreszeitliche Variabilität**

Artenzusammensetzungen (Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste bzw. Taxonomic Spread Index (TSI)) und Abundanzen/Biomassen ausgewählter Arten sind in den Bewertungsverfahren BALCOSIS und MarBIT vorhanden und es wurden dafür entsprechende Arten ausgewählt.

Für die Makrophytenbestände in Tiefen >10 m müssen gemäß MSRL ergänzend Artenzusammensetzungen ermittelt und Arten festgelegt werden, deren Abundanzen/Biomassen erhoben werden sollen. Für die Makrophytenbestände in Tiefen <5 m müssen zusätzlich zu dem BALCOSIS-Prozedere Artenzusammensetzungen ermittelt werden.

Für eine Bewertung von Abundanzen/Biomassen von typischen Makrophytenarten und opportunistischen Arten wurden bereits unter 4) Vorschläge gemacht. Ergänzend könnte für ausgewählte Taxa (z.B. *Fucus spp.*, *Zostera marina*, *Mytilus sp.*) die besiedelte Fläche erhoben und gemeinsam mit der Tendenz der Bestandsentwicklung übermittelt werden.

Artenzusammensetzungen von Makrophytenbeständen in Wassertiefen <5 m und >10 m können entsprechend der Erfahrungen für die Tiefenzone 5-7 m bewertet werden, indem die Artenreduktion im Vergleich zu einer vorher erstellten Referenzliste ermittelt wird:

Tabelle 8: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der Artenreduktion (im Vergleich zur (Gesamt-)Referenzliste) von ausgewählten typischen Makrophytenarten in 0-5 m, 10-12 m und ~15 m Wassertiefe.

Umweltzustand	Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste in der Tiefenzone 0-5 m	Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste in der Tiefenzone 10-12 m	Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste in ~15 m Tiefe
Sehr gut	Referenzwert: 100% Arten vorhanden ≥90% Arten vorh.	Referenzwert: 100% Arten vorhanden ≥90% Arten vorh.	Referenzwert: 100% Arten vorhanden ≥90% Arten vorh.
gut	[70 - 89]%	[70 - 89]%	[70 - 89]%
mäßig	[40 - 69]%	[40 - 69]%	[40 - 69]%
unbefriedigend	[10 - 39]%	[10 - 39]%	[10 - 39]%
schlecht	<10%	<10%	<10%

Die jährliche Variabilität der Makrophyten- und MZB-Bestände wird durch die bereits im Jahresrhythmus durchgeführten WRRL-Monitoring-Programme erfasst. Dieser Rhythmus muss deshalb für die Erfüllung der Ansprüche der MSRL beibehalten und auch für die, in diesem Konzept zusätzliche zu den BALCOSIS- und MarBIT-Verfahren, vorgesehenen Erhebungen gewährleistet werden (siehe auch die Aspekte Bewertung des Erfolgs oder Misserfolgs von Maßnahmen und Abhilfemaßnahmen (3) und Bestandsentwicklungen (4)).

Die jahreszeitliche Variabilität der Makrophyten- und MZB-Bestände wird nicht durch die WRRL-Monitoring-Programme erfasst (, und dies kann auch nicht durch das LASH-Programm erfüllt werden (6.1.3)). Da der jahreszeitlichen Variabilität hier jedoch keine eigene indikative Bedeutung bei der Bewertung des Umweltzustands beigemessen werden konnte, wird die Abwesenheit der Erfassung jahreszeitlicher Schwankungen nicht als Defizit betrachtet. Um über die Erfassung jahreszeitlicher Schwankungen zusätzliche Informationen über jahreszeitlich bedingte Phänomene berücksichtigen zu können, müssten die in diesem Konzept vorgeschlagenen Erhebungen (oder ausgewählte Aspekte derselben) mindestens in mehreren ausgewählten repräsentativen Wasserkörpern mehrfach im Jahr (3 - 4mal; die Ergebnisse dieser Studie dazu stehen noch aus) durchgeführt werden.

6) Berücksichtigung von Wassertiefen >10 m

Im MarBIT-Verfahren werden bereits Wassertiefen >10 m berücksichtigt. Die zur Erfüllung der Ansprüche der MSRL zusätzlich (zu den im Rahmen des BALCOSIS-Verfahrens erhobenen Daten) durchzuführenden Erhebungen von Artzusammensetzungen und Abundanzen/Biomassen der Makrophytenbestände in >10 m Wassertiefe wurden bereits unter den Punkten 4) und 5) behandelt.

Darüber hinaus könnte eine (auch im Laufe der Entwicklung des BALCOSIS-Verfahrens bereits vorgeschlagene (Fürhaupter et al. 2006; Fürhaupter et al. 2007)) Erfassung der unteren Phytalgrenze (Makroalgen) erwogen werden, die Informationen über die Gesamtabundanz der Makrophytenbestände liefern würde.

Allerdings war bereits im Zuge der Entwicklung des WRRL-Makrophytenmonitoring-Programms für die Gewässer des Küstengewässertyps B4 („mesohalines offenes Küstengewässer“: saisonal geschichtet, >15 m, mäßig geschützt, Schlick- und Mischsedimente) die Erhebung der maximalen Makrophyten-Tiefenverbreitung verworfen worden. Grund war, dass nur sehr wenig oder gar keine Hartsubstrate mit Makrophytenbewuchs in dieser Tiefe bekannt sind oder sogar die entsprechenden Gewässer in der deutschen Ostsee nicht tief genug sind, die maximalen Makrophyten-Tiefenverbreitung zu erreichen, sodass die Erfassung der tatsächlichen maximalen Makrophyten-Tiefenverbreitung oft unmöglich ist (Fürhaupter et al. 2006; Fürhaupter et al. 2007).

Als Alternative könnte die Tiefe erfasst werden, in der der Bedeckungsgrad blättriger Rot- und/oder Braunalgen-Makrophyten (z.B. der Gattungen *Phycodrys*, *Phyllophora*, *Delesseria* oder *Laminaria*) auf geeignetem Hartsubstrat 10% unterschreitet.

Eine Bewertung könnte wie folgt aussehen:

Tabelle 9: Darstellung möglicher Bewertungsklassengrenzen der 10% Bedeckungsgrenzen des Phytals (blättrige Rotalgen-Makrophyten) .

Umweltzustand	10% Bedeckungsgrenze Phytal ⁵
Sehr gut	Referenzwert ⁶ : z.B. 20 m ≥ 18m
gut	[15 - 18] m
mäßig	[13 - 15] m
unbefriedigend	[10 - 13] m
schlecht	≤ 10 m

7) Berücksichtigung der **räumlichen Komponente**: Makrophyten (bzw. MZB) als Biotopbildner

Für die Bewertung des Zustands von Makrophyten- oder Makrozoobenthos-strukturierten Habitaten muss nach MSRL die Habitatfläche erhoben werden (Tabelle 2: Indikatoren 1.4.1, 1.4.2 und 1.5.1).

Eine Einschätzung der Fläche von Makrophytenbeständen könnte über die Erhebung der unteren Phytalgrenze (vertikale Ausbreitung) sowie der horizontalen Ausbreitung (parallel zum Küstenverlauf) der Bestände im Flachwasser (wie im Rahmen der Kartierung mariner Pflanzenbestände (Fürhaupter et al. 2008)) erfolgen, in der Annahme, dass in dem durch beide Koordinaten beschriebenen Bereich ein weitgehend durchgängiger Makrophytenbestand vorhan-

⁵ blättrige Rotalgen-Makrophyten (z.B. der Gattungen *Phycodrys*, *Phyllophora*, *Delesseria* oder *Laminaria*)

⁶ Hängt stark von den lokalen Gegebenheiten wie z.B. dem Substrat ab.

den ist. Eine regelmäßige Verifizierung sowohl der horizontalen als auch der vertikalen Ausbreitung wäre dann notwendig. Eine genauere Erfassung wäre nur durch eine (extrem aufwändige) taucherisch oder mit UW-Kamera durchgeführte Erhebung der tatsächlichen flächigen Ausdehnung der Bestände oder zumindest durch eine umfangreiche Side-Scan-Erfassung des steinigen Grunds in Tiefenzonen bis ~25m zu leisten. Bei letzterer Methode müssten zur Verifizierung des Bewuchses aber zusätzliche Greifer- und UW-Videoproben genommen werden, von denen dann auf (bezüglich Tiefe, Substrat, Strömung/Exposition und Nährstoffversorgung) vergleichbare Flächen geschlossen würde.

Auch für MZB-strukturierte Habitate wie Miesmuschelbänke oder (andere) biogene Riffe gilt, dass die tatsächliche räumliche Ausbreitung in der Ostsee nur unter extremem Aufwand möglich wäre.

Eine Bewertung des Zustands von Makrophyten- oder Makrozoobenthos-strukturierten Habitaten könnte auf Wasserkörperebene im Rahmen einer Integrierung in die Bestandsentwicklung (Punkt 4) oder auf höherer Ebene (Bundesland, AWZ, Meeres(unter)region) durchgeführt werden.

6.2 Vorgehen Modul 2: Testmonitoring

Durch ein räumlich und zeitlich stärker aufgelöstes Testmonitoring sollte im Rahmen dieser Studie überprüft werden, ob im WRRL-BALCOSIS-Verfahren hinsichtlich der Diversität und weiterer Parameter ausreichende Daten und Bewertungsergebnisse für eine Bewertung des MSRL-Merkmals *Makroalgen* erhoben werden.

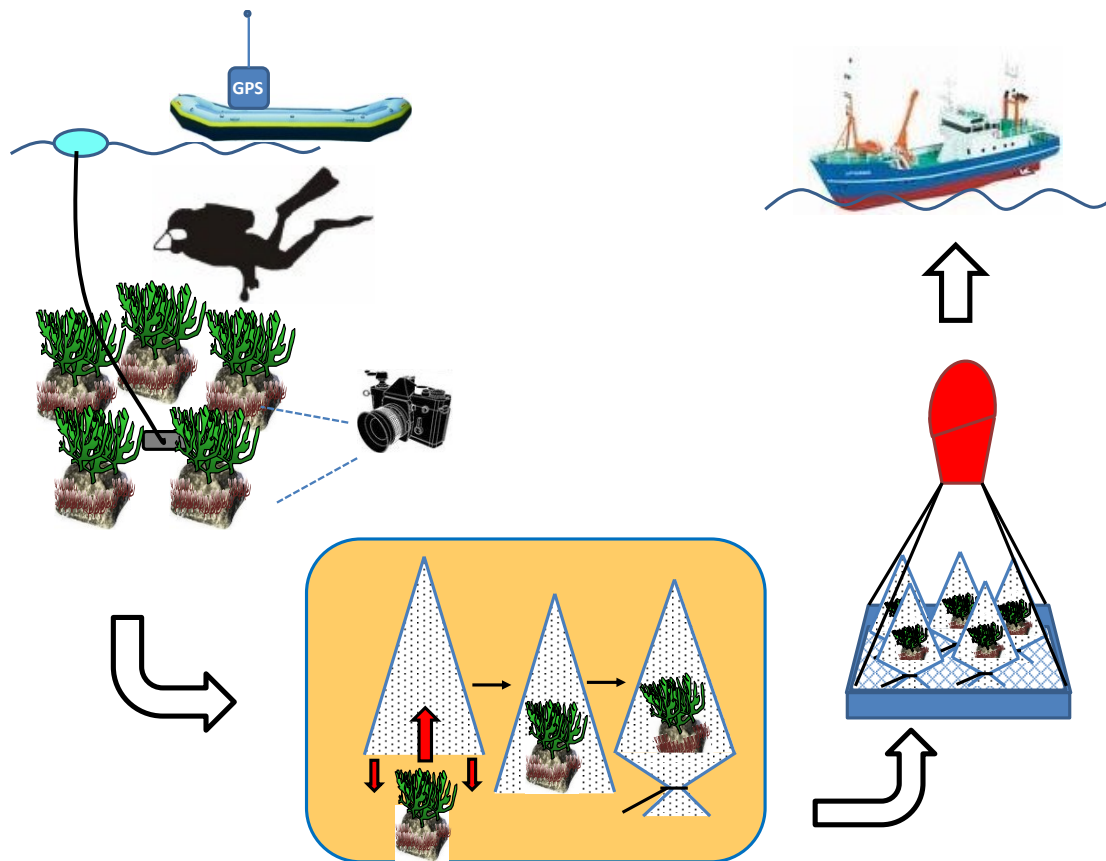


Abbildung 3: Schematischer Ablauf der Probennahme im Testmonitoring.

Dazu wurde zunächst ein Konzept für das Testmonitoring erstellt und mit dem LLUR-S.H. abgestimmt. Dementsprechend wurden dann in den zwei WRRL-Wasserkörpern „Außenschlei“ (B3, Station „Außenschlei“) und „Neustädter Bucht“ (B3, Stationen „Brodter Ufer“ und „Neustadt“) einmal im Jahr 2012 und dreimal im Jahr 2013 (Abbildung 4) in jeweils vier Tiefenzonen (0-2 m, 5-7 m, 10-12 m, ~15 m) je fünf etwa kopfgroße Steine entnommen, um deren Bewuchs durch Makroalgen und Makrozoobenthos zu ermitteln. Die Probenahmeplätze der Tiefenzonen 0-2 m und 5-7 m entsprechen dabei den im Rahmen des BALCOSIS-Verfahrens jährlich untersuchten Standorten der beiden WRRL-Wasserkörper. Die Probenahmen fanden taucherisch auf Ausfahrten mit der FK Littorina bzw. vom Ufer aus per Schlauchboot statt. Die Steine und der jeweilige Probenahmeplatz wurden bereits am Standort (unter Wasser) photographisch erfasst. Anschließend wurden die Steine, schonend in Kunststoffbeuteln verpackt, mit Hebesäcken an die Oberfläche und an Bord der FK Littorina verbracht (Abbildung 3). Dort fanden eine erste Beschreibung sowie eine weitere fotografische Erfassung der Steine und ihres Bewuchses statt. Anschließend wurde der Bewuchs abgekratzt, in vierprozentigem Formol fixiert und schließlich Bewuchs und die Steine getrennt zum GEOMAR gebracht. Am GEOMAR wurde dann die tatsächliche Oberfläche der Steine mit Hilfe von Aluminiumfolie (siehe unten) ermittelt und der Bewuchs analysiert. Wenn möglich wurden die Organismen bis zur Art bestimmt und ihre Abundanzen bzw. Biomassen gemessen. Nach der Entfernung des Bewuchses und der Ermittlung ihrer Oberfläche wurden die Steine wieder der Ostsee übergeben.



Abbildung 4: Zeiträume der Probenahmen in 2012 und 2013.

Tabelle 10: Detaillierte Zeiträume der Probenahmen in 2012 und 2013.

<u>Monat</u>	<u>Zeitraum</u>	<u>Status</u>
September	05.09.2012 - 08.09.2012	durchgeführt
März	16.04.2013 - 17.04.2013	durchgeführt
Mai	27.05.2013 - 31.05.2013	durchgeführt
Juli	08.07.2013 - 12.07.2013	durchgeführt

6.2.1 Beprobter Wasserkörper 1: Außenschlei

Die Station Schleimünde/Außenschlei liegt am nord-westlichen Ende der schleswig-holsteinischen Ostseeküste im WRRL-Wasserkörper „Außenschlei“, nördlich der Mündung der Schlei. Dort liegt typisches eiszeitliches Restsediment vor, bestehend aus Lehm, Sand, Kies und größeren Steinen (Abbildung 5, Pehlke et al. (2012)). Der Grund fällt vor dem NSG Oehe-Schleimünde innerhalb von etwa drei Seemeilen auf >15 m Tiefe ab (Abbildung 6). Die Bewuchsstruktur im Flachwasser dieses Gebiets wurde im Rahmen der *Kartierung mariner Pflanzenbestände im Flachwasser Schleswig-Holsteins* (Fürhaupter et al. 2008) wie folgt beschrieben:

„Am Abschnittsbeginn zieht sich eine *Fucus*-Mischfläche (BG 4) am Ufer entlang. Diese besteht (...) aus den Arten *F. vesiculosus*, *F. evanescens* und *F. serratus* am Verhältnis 60/20/20 %. Der Kiesgrund ist von einer Algen-Mischfläche mit Bedeckungsgrad 5 (75-100 %) bewachsen. Vor der Lotsenstation tritt wieder *Fucus*-Bewuchs auf (BG 4 bzw. 5 an der Steinschüttung). Es handelt sich um eine Mischfläche von *Fucus vesiculosus* (60 %) und *F. evanescens* (40 %). Im tieferen Bereich liegt eine Seegras-/Algen-Mischfläche vor (*Zostera marina* BG 2, fädige Algen BG 4). Dieser Bewuchs tritt ab einer Tiefe von 3-4 m auf. Zwischen den beiden bewachsenen Flächen ist der Sandgrund ohne Bewuchs. (...)“

Für die Tiefenzonen 0-2 m und 5-7 m lagen im Wasserkörper „Außenschlei“ zwei Standorte des WRRL-Makrophyten-Bewertungsverfahrens (BALCOSIS) vor. Der für wiederholten Beprobungen dieses Testmonitorings in 2012 und 2013 im Zuge aufgesuchte Standort der Tiefenzone 5-7 m liegt jedoch etwa 300 südöstlich des BALCOSIS-Standorts. Deshalb wurde für eine bessere Vergleichbarkeit der Daten mit den BALCOSIS-Daten bei der letzten Probenahme im Juli 2013 auch der BALCOSIS-Standort beprobt (Tabelle 11).

Für tiefere Zonen im Bereich nördlich der Schleimündung bestanden bereits Erfahrungen, die im Rahmen des LLUR-(bzw. LANU-)Projekts LASH+ gewonnen wurden. Demnach war in Tiefen um 11 m und 15 m mit Steinen zu rechnen, die von perennierenden Rotalgen bewachsen sind (Hiebenthal 2006; Bock 2009).

Für die Tiefenzonen 10-12 m und 15 m wurden entsprechend passende Stationen des LASH+-Projekts gewählt und angetaucht (Tabelle 11).

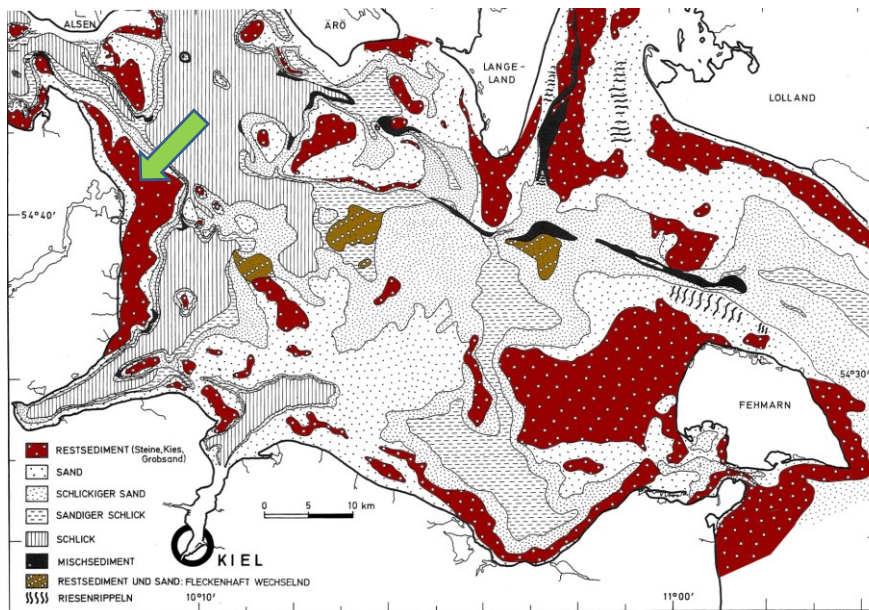


Abbildung 5: Station Schleimünde, Sedimentkarte Kieler Bucht (verändert nach Werner, Arntz und Tauchgruppe Kiel (1974)).

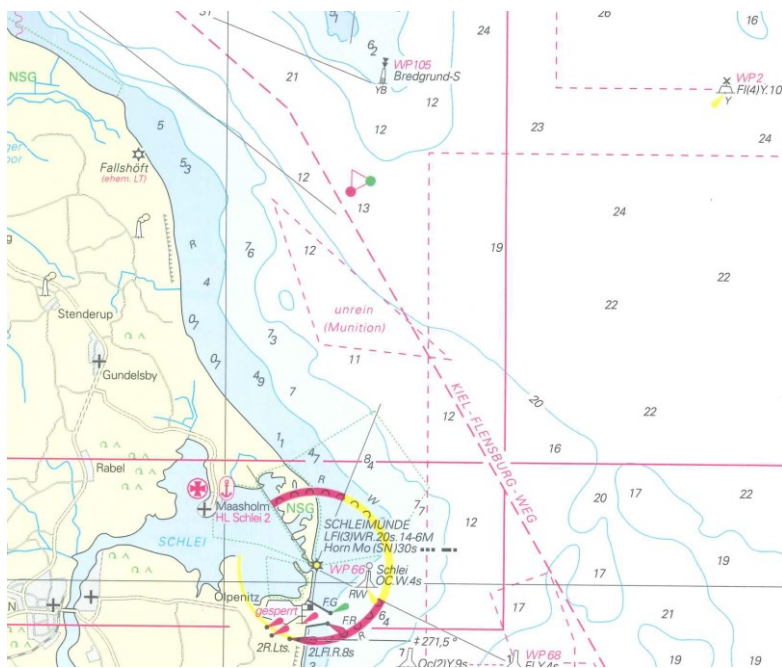


Abbildung 6: Station Schleimünde, Seekarte.

Tabelle 11: Tauchplätze (TP) Schleimünde/Außenschlei.

Daten	Tauchplatz (TP)	Koordinaten N	Koordinaten E	Tiefe	Steine beprobt	Kommentar
08.09.2012, 29.05.2013, 10.07.2013	2	54° 41.422'N	10° 7.254'E	15m	3 x 5	Viele Steine/Restsediment mit vielen Makroalgen <u>Steine fotografiert und entnommen</u>
08.09.2012, 29.05.2013, 10.07.2013	3	54° 41.432'N	10° 5.175'E	10m	3 x 5	Viele Steine/Restsediment mit vielen Makroalgen <u>Steine fotografiert und entnommen</u>
07.09.2012, 17.04.2013, 30.05.2013, 10.07.2013	1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	4 x 5	Viele Steine/Restsediment mit vielen Makroalgen <u>Steine fotografiert und entnommen</u>
11.07.2012	5	54° 42.010'N	10° 2.128'E	6 m	1 x 5	Viele Steine/Restsediment mit vielen Makroalgen <u>Steine fotografiert und entnommen</u>
08.09.2012, 17.04.2013, 29.05.2013, 11.07.2013	4	54° 41.888'N	10° 1.633'E	2.5m	4 x 5	Viele Steine/Restsediment mit vielen Makroalgen, <i>Fucus vesiculosus</i> und <i>F. Serratus</i> <u>Steine fotografiert und entnommen</u>

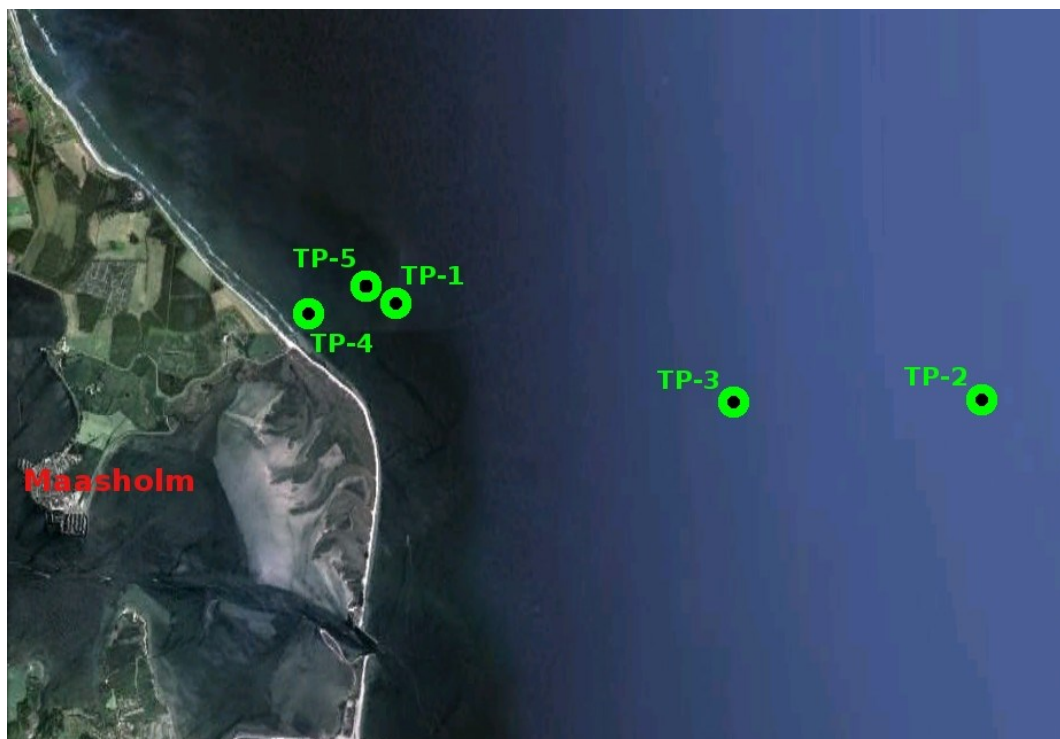


Abbildung 7: Tauchplätze (TP) Station Schleimünde, Satellitenbild Google Earth.

6.2.2 Beprobter Wasserkörper 2: Neustädter Bucht

Die Station Brodtener Ufer / Neustadt liegt am südöstlichen Ende der schleswig-holsteinischen Ostseeküste im WRRL-Wasserkörper „Neustädter Bucht“, vor Brodten bzw. Neustadt (Abbildung 8).

Für die Tiefenzonen 0-2 m wurde für das WRRL-Makrophytenmonitoring ein Standort östlich von Neustadt gewählt, da im Bereich Brodtener Ufer kein passender Standort gefunden werden konnte (pers. Komm. R. Karez). Entsprechend wird auch in Rahmen dieses Projekts der Standort östlich Neustadt beprobt (Abbildung 10, Tabelle 7). Der Meeresboden im Uferbereich östlich von Neustadt wird als Kiesgrund mit Sandflächen beschrieben (Fürhaupter et al. 2008). Die Bewuchsstruktur im Flachwasser östlich von Neustadt und westlich von Pelzerhaken wurde im Rahmen der Kartierung mariner Pflanzenbestände im Flachwasser Schleswig-Holsteins (Fürhaupter et al. 2008) wie folgt beschrieben:

„(...). An diese schließt sich auf dem weit in die Lübecker Bucht hineinreichenden Flachgrund eine *Zostera marina*-/Algen-Mischfläche geringer Dicht an (...). Diese reicht bis in 1,75 m Tiefe. (...) Mit Erhöhung der Hartsubstratstrukturen vor dem Steilufer tritt eine *Fucus*-/Algen-Mischfläche im Uferbereich auf. *Fucus vesiculosus* erreicht dabei BG 2 und 4, die Algen BG 4 und 5. Zwischen Uferbereich und Seegras-/Algen-Mischfläche liegt nun in einem Tiefenbereich von 1,0-1,75 m eine reine Seegrasfläche mit BG 3 und 4.“

Der Meeresboden in Uferbereich vor Brodten „wechselt vor dem Kliff in eine Geröllfläche (...) mit Sand- und Kiesbeimengung. Die tieferliegenden Flächen sind von Sand geprägt, der jedoch immer wieder von kleinen Kies- und Geröllflächen durchsetzt ist (...)“ (Fürhaupter et al. 2008). Vom Brodtener Ufer nach Nordosten hin verläuft ein Steinriff, das viele Steinfelder beherbergt (Abbildung 10) und sacht abfallend nach etwa 2,5 Seemeilen eine Tiefe von 15 m erreicht (Abbildung 9).

Für die Tiefenzone 5-7 m des Bereichs Brodtener Ufer war ein BALCOSIS-Standort bereits beschrieben worden, an dem ursprünglich perennierende Makroalgen auf Steinen gefunden worden. Im September 2012 konnten dort allerdings keine Makroalgen mehr gefunden werden, was sich auch in einer „schlechten“ Bewertung des Bewertungsfaktors Hartsubstrat/Phytal bezüglich aller Begleitparameter (Biomasse Opportunisten, Artenreduktion und Biomasse *Furcellaria*) im jüngsten WRRL-Makrophytenmonitoring niederschlug (Pehlke et al. 2012). Deshalb wurde im Rahmen dieses Projekts ein Transekt in der Tiefenzone 5-7 m über das Steinriff angetaucht (Tauchplätze 6 bis 10, Abbildung 11, Tabelle 12), um einen passenden Standort mit Makroalgen auf Steinen zu finden. Alle angetauchten Tauchplätze in dieser Tiefenzone waren im September 2012 Miesmuschel-dominiert - bei Tauchplatz 7 konnten aber ausreichend Makroalgen auf Steinen gefunden, was eine Beprobung im Rahmen dieses Projekts dort möglich machte. Im Laufe der Probennamen im April, Mai und Juli 2013 entwickelte sich die Gemeinschaft hier zu einer gemischten Miesmuschel-Makroalgengemeinschaft, sodass immer mit Makroalgen bewachsene Steine beprobt werden konnten.

Für die Tiefenzonen 10-12 m und 15 m des Bereichs Brodtener Ufer lagen keine Phytalbeschreibungen vor. Für beide Tiefen wurden zunächst Tauchplätze (TP) an der Nordflanke des Steinriffs angetaucht (TP 1 und TP 3, Abbildung 11, Tabelle 12). Dort wurde aber Schlick- (TP 1) bzw. Sandgrund (TP 3) vorgefunden, jeweils ohne Makroalgen. An den

Tauchplätzen 2 und 4 auf dem zentralen Steinriff wurden dann ausreichend viele (TP 2: wenige, TP 4: viele) mit perennierenden Makroalgen bewachsenen Steine vorgefunden, was eine Beprobung im Rahmen dieses Projekts an beiden Tauchplätzen ermöglichte.

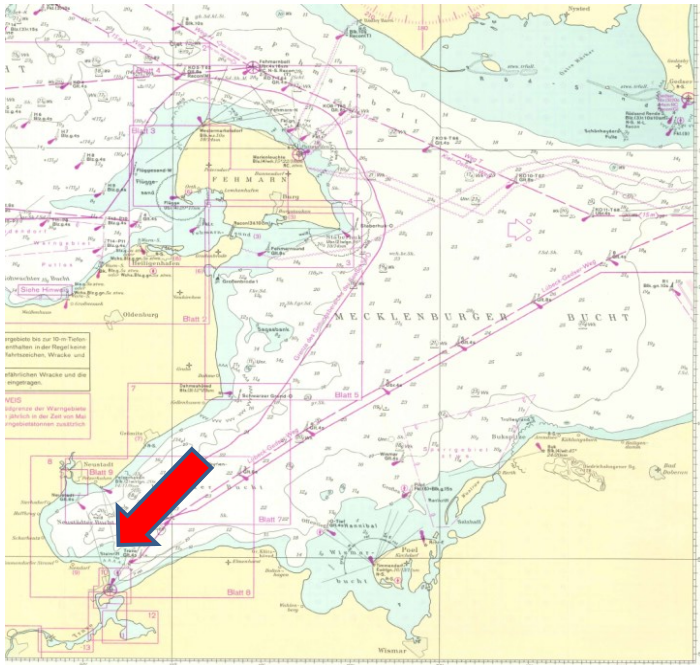


Abbildung 8: Station Brodtener Ufer, Seekarte I.

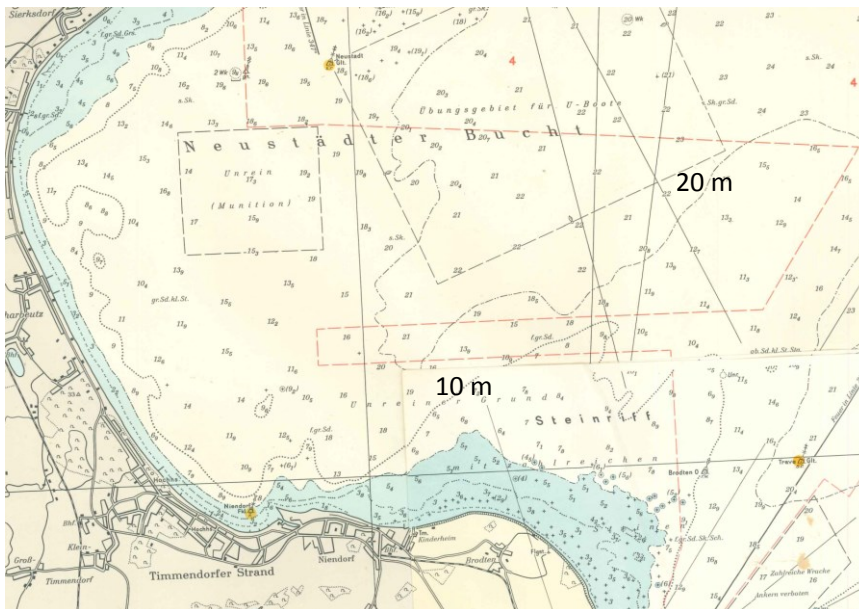


Abbildung 9: Station Brodtener Ufer, Seekarte II.

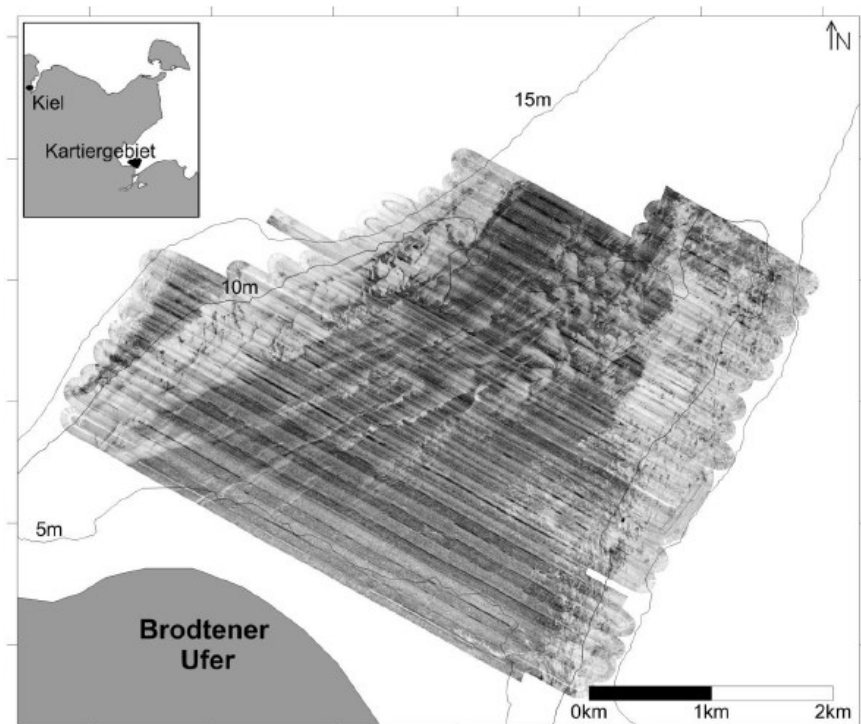


Abbildung 10: Station Brodtener Ufer, Sidescan-Sonar-Analyse Lübecker Bucht (aus: Schwarzer & Feldens (2010)).

Tabelle 12: Tauchplätze Neustadt und Brodtener Ufer.

Daten	Tauchplatz	Koordinaten N	Koordinaten E	Tiefe	Steine beprob	Kommentar
05.09.2012	1	54°00,837'	010°50,929'	15m	-	Schlick, keine Steine
05.09.2012	2	54°01,656'	010°54,436'	15m	-	Sand und wenige Steine (meist < 20 Ø)
05.09.2012, 27.05.2013, 09.07.2013	2	54°01,656'	010°54,436'	15m	3 x 5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
05.09.2012	3	54°00,791'	010°51,810'	10m	-	Sand, keine Steine
05.09.2012	4	54°00,775'	010°53,468'	10m	-	Sand und viele Steine (> 20 Ø)
05.09.2012, 27.05.2013, 09.07.2013	4	54°00,775'	010°53,468'	10m	3 x 5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
06.09.2012	5	54° 0.514'N	10° 52.170'E	7.7m	-	Sehr viele Steine - aber zu tief
06.09.2012	6	54° 0.198'N	10° 51.994'E	6m	-	Steine, miesmuscheldomi- niert
06.09.2012	7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	-	Miesmuscheln mit wenig Algen
06.09.2012	8	53° 59.650'N	10° 53.055'E	5.4m	-	Steine, miesmuscheldomi- niert
06.09.2012	9	53° 59.503'N	10° 53.635'E	5.5m	-	Steine, miesmuscheldomi- niert
06.09.2012	10	53° 59.985'N	10° 52.771'E	6m	-	Steine, miesmuscheldomi- niert
06.09.2012, 16.04.2013, 27.05.2013, 09.07.2013	7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	4 x 5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
06.09.2012, 22.04.2013, 27.05.2013, 08.07.2013	11	54° 5.295'N	10° 50.736'E	1m	4 x 5	Viele Steine <u>Steine fotografiert und entnommen,</u>



Abbildung 11: Tauchplätze Neustadt und Brodtener Ufer, Satellitenbild Google Earth.

6.2.3 Auswertung Testmonitoring

Bestimmung der Oberfläche der Steine. Zur Ermittlung der besiedelbaren Oberfläche der Steine wurden diese mit fester Aluminiumfolie umwickelt und die Folie festgedrückt. Dann wurde der entstandene Alufolienabdruck vorsichtig abgehoben, von den Seiten vielfach sternförmig eingeschnitten und die Folie glattgestrichen (Abbildung 12). Die erhaltenen Folien wurden zusammen mit einem Vergleichsquadrat bekannter Oberfläche eingescannt und daraufhin ihre Fläche mit der Software SigmaScan Pro Version 30 berechnet.

Die Biomassen und Abundanzen des Aufwuchses wurden zur Auswertung auf 200 cm² (= Median aller ermittelter Flächen) besiedelbare Stein-Oberfläche umgerechnet.



Abbildung 12: Bestimmung der Stein-Oberfläche mittels Alufolie.

Bestimmung der Taxa. Wenn möglich wurden alle makroskopisch identifizierbaren Organismen, die auf den gesammelten Steinen siedelten, bis zur Art bestimmt. In Fällen, in denen dies nicht möglich war, wurden die Taxa auch auf höheren taxonomischen Ebenen zusammengefasst. Dies gilt z.B. für die Gruppe der Oligochaeta, einige Bivalvia-Gattungen oder die Nematoden. Von jedem Taxon wurde dann die Abundanz bzw. Biomasse pro Stein und pro besiedelte Fläche ermittelt.

Gemeinschaftsanalysen. Zum Vergleich der Makroalgen- und Invertebraten-Gemeinschaften der beiden Wasserkörper sowie für Vergleiche der Gemeinschaften desselben Wasserkörpers zu verschiedenen Zeitpunkten des Jahres und zwischen verschiedenen Tiefenzonen wurden multifaktorielle Gemeinschaftsanalysen auf der Grundlage des Bray-Curtis Ähnlichkeitsindex durchgeführt (ANOSIM, PRIMER6-Softwarepaket, siehe z.B. Pfaff et al. (2010)). Als Replikationseinheit galt jeweils ein Stein pro Tiefenstufe. Im PRIMER6 Manual werden die als Ergebnisse der Analysen ermittelten R-Werte folgendermaßen interpretiert:

$R > 0,75$: gut getrennt

$R > 0,5$: überlappend aber klar getrennt

$R < 0,25$: kaum unterscheidbar

Um Informationen über den prozentualen Anteil der verschiedenen Taxa und Arten an den Unterschieden in den Gemeinschaften zu erhalten, wurden oben genannte Gemeinschaften mit einer SIMPER-Analyse (ANOSIM, PRIMER6-Softwarepaket) unterzogen.

Vergleich Test-Monitoring – BALCOSIS. Im BALCOSIS-Verfahren wird das Hartsubstrat/Phytal in 5-7m Tiefe anhand der Bewertungsparameter „Biomasseanteil Opportunisten“ (= tolerante Taxa gem. WRRL), „Biomasseanteil *Furcellaria umbricalis*“ (= empfindliche Taxa gem. WRRL) und „Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste“ (typischer Arten; = Zusammensetzung gem. WRRL) bewertet (Tabelle 15). Um die Datenerhebung im hier durchgeführten Testmonitoring mit der des BALCOSIS-Verfahrens zu vergleichen, wurde die BALCOSIS-Bewertung entsprechend Tabelle 15 auf die im September 2012 und Juli 2013 (da BALCOSIS auch im Sommer bewertet) gewonnenen Daten angewendet und vergleichend zu den BALCOSIS-Ergebnissen dargestellt. Im Juli 2013 wurde das Hartsubstrat/Phytal in 5-7m Tiefe am Brodtener Ufer aufgrund zu geringem Makrophytenbewuchs

nicht gemäß BALCOSIS bewertet (pers. Komm. Firma MariLim), weshalb hier keine Vergleichswerte vorliegen.

Diversitätsanalysen. Anhand der gesammelten Gemeinschaftsdaten wurden Artenzahlen S und Pilou's Evenness (siehe Modul 3, 6.3) berechnet und deren Muster in den Gemeinschaften der beiden beprobten Wasserkörper sowie in den Gemeinschaften desselben Wasserkörpers zu verschiedenen Zeitpunkten des Jahres und zwischen verschiedenen Tiefenzonen verglichen.

Neobiota. Bei der Auswertung erfasste Neobiota sollten ggf. gesondert herausgestellt werden. Auf den beprobten Steinen wurden jedoch keine Neobiota gefunden.

6.3 Vorgehen Modul 3: Vergleich verschiedener Diversitätsbegriffe und Bewertung der BALCOSIS-Parameter „Artenreduktion“ und „*Fucus*-Tiefe“ als Maß für Biodiversität

Im Zuge dieses Projekts sollten verschiedene Begriffe der biologischen Vielfalt / Diversität, die im umweltpolitischen Umfeld oder im naturwissenschaftlichen Kontext Verwendung finden, inhaltlich verglichen werden. Dabei sollte ergründet werden, ob die im Rahmen des BALCOSIS-Verfahrens erhobenen Daten (inkl. der BALCOSIS-Bewertungsparameters „Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste“ (im Folgenden „Artenreduktion“) und „Tiefengrenze *Fucus* spp.“ (entspricht der Maximalen Tiefe eines dichten *Fucus*-Bestandes, im folgenden „*Fucus*-Tiefe“) gut die (Arten-)Diversität im beprobten System widerspiegeln, wie sie sich durch die Erhebung der Diversität nach naturwissenschaftlichen Maßstäben ergeben würde bzw. wie sie sich aus einer Naturschutzperspektive (z.B. gemäß MSRL) darstellt.

Hierzu wurden zum einen fünf naturwissenschaftliche Diversitätsparameter ausgewählt: Artenzahl „ S “, Simpson-Diversität „ D “, Equitability/Evenness „ E “, Shannon-Diversität „ H “ und Pilou-Evenness „ J “ und definiert:

- Artenzahl: S .
- Simpson-Index:

$$D = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2}$$

P : Anteil der Art i an Gesamt-Abundanz/-Biomasse.

- Equitability/Evenness:

$$E = \frac{D}{D_{max}} = \frac{1}{\sum_{i=1}^S P_i^2} \times \frac{1}{S}$$

- Shannon-Index:

$$H = - \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i$$

- Pilon Evenness:

$$J = \frac{H}{H_{max}} = \frac{- \sum_{i=1}^S P_i \ln P_i}{\ln S}$$

Um die Frage zu beantworten, inwiefern die BALCOSIS-Bewertungsparameter „Artenreduktion“ und „*Fucus*-Tiefe“ die lokale Diversität widerspiegeln, wurden die o.g. wissenschaftlichen Diversitätsparameter auf der Grundlage von BALCOSIS-Daten aus elf Wasserkörpern der Schleswig-Holsteinischen Ostseeküste über mehrere Jahre hinweg (2006 – 2011) berechnet und mit den BALCOSIS-Bewertungsparametern korreliert. Bei den verwendeten BALCOSIS-Daten handelt es sich um Biomassen (Trockengewichte) aus Kratzproben bzw. bewachsene Flächen (aus Transekterhebungen) von Makroalgenarten, die pro Jahr und Station in den Tiefenzonen 0-2m und 5-7m erhoben wurden. Hierbei wurden ausschließlich tatsächlich an den jeweiligen Stationen im jeweiligen Jahr erhobene Daten und nicht aus Vorjahren oder von benachbarten Stationen übertragene Daten verwendet.

6.4 Vorgehen Modul 4: Koordination auf regionaler Ebene (OSPAR und HELCOM)

In diesem Modul werden im weiteren Verlauf des Projektes bisherige Ansätze zur Koordination der MSRL-Aktivitäten auf der Ebene der Meeres(unter)regionen dargestellt. Für Deutschland betrifft dies die Koordination durch die OSPAR für die Meeresunterregion Nordsee und durch die HELCOM für die Meeresregion Ostsee.

6.5 Vorgehen Modul 5: Bilderatlas

Zum Abschluss des Projekts wird ein Bilderatlas typischer Gemeinschaften und Arten der schleswig-holsteinischen Ostsee (pro Jahreszeit/Standort) erstellt und dem LLUR übergeben, der dann für ein zukünftiges Monitoring durch Laien ggf. sowie für die Öffentlichkeitsarbeit des LLUR genutzt werden kann.

7 Ergebnisse und Fazit

7.1 Ergebnisse Modul 1: Konzeptentwicklung

Im Zuge der Konzeptentwicklung eines MSRL-Makrophytenmonitoring-Programms wurde ermittelt, dass das räumlich und zeitlich stark eingeschränkte WRRL-Makrophyten-Bewertungsverfahren BALCOSIS und das MarBIT-Verfahren die in der MSRL geforderten Messgrößen der Merkmale „Angiospermen und Makroalgen“ und „Wirbellose des Meeresgrunds“ (unter Berücksichtigung von Artenzusammensetzungen, Biomasse/Abundanz, jährliche/jahreszeitliche Variabilität, opportunistische Arten, charakteristische mehrjährige und große Arten, Bestandsentwicklung, Neobiota, räumliche Komponente) hinsichtlich einer Bewertung des Umweltzustandes (soweit es den Flachwasserbereich bis ca. 15 (20) m betrifft) nur teilweise abbilden (6.1.1 und 6.1.2).

Wichtige Defizite des BALCOSIS-Verfahrens gegenüber den Ansprüchen der MSRL sind:

- Monitoring nur in Wassertiefen zwischen 0 und 7 m
- Keine Erhebung von Bestands- und Populationsbeschaffenheiten
- Keine Erfassung der besiedelten Fläche von Makrophyten-Arten bzw. der flächigen Ausdehnung von Makrophytenbeständen
- Keine Ermittlung eines Diversitätsparameters, der relative Abundanzen berücksichtigt
- Keine Herausstellung von Neophyten

Wichtige Defizite des MarBIT-Verfahrens gegenüber den Ansprüchen der MSRL (soweit es den Flachwasserbereich bis ca. 15 (20) m und Hartboden Schleswig-Holsteins betrifft) sind:

- Keine Erhebung von Bestands- und Populationsbeschaffenheiten
- Keine Erfassung der besiedelten Fläche von MZB-Arten bzw. der flächigen Ausdehnung von MZB-strukturierten Habitaten (wie Miesmuschelbänken und/oder anderen biogenen Riffen)
- Keine klare Auswahl repräsentativer Arten
- Keine Herausstellung von Neozoen

Wichtige generelle Defizite der WRRL-Monitoring-Programme gegenüber den Ansprüchen der MSRL sind:

- Kein Monitoringkonzept auf Ökosystemebene
- Bislang unklare Koordination auf der Ebene der Meeres(unter)regionen: Vergleichbarkeit bzw. Standardisierung der Überwachungsverfahren in den Meeres(unter)regionen und Kohärenz, Vergleichbarkeit, Aggregationsfähigkeit und Vermeidung von Redundanz der erhobenen Informationen innerhalb und zwischen Meeres(unter)regionen

Auf der Grundlage der ermittelten Defizite wurden zwei Monitoringkonzepte entwickelt:

- 1) „Erschöpfendes“ Monitoring (6.1.4): Deckt alle genannten Defizite des BALCOSIS- und des MarBIT-Verfahrens ab (jedoch nicht die generellen übergeordneten Defizite der WRRL- Monitoring-Programme gegenüber den MSRL-Ansprüchen).

Das hier erarbeitete Konzept eines MSRL-Makrophytenmonitoring-Programms baut direkt auf das bereits bestehende WRRL-Monitoring BALCOSIS auf und bezieht auch das WRRL-Makrozoobenthos-Bewertungsverfahren MarBIT mit ein (6.1). Die Erarbeitung (und Darstellung) des Konzepts orientiert sich an den MSRL-Anforderungen und an den Indikatoren des Deskriptors *Biologische Vielfalt* (Tabelle 2). Es umfasst Vorschläge zur Erhebung und Übermittlung von Daten bzw. Bewertungen. Die in dem Konzept vorgeschlagenen Bewertungsklassengrenzen orientieren sich meist an den Klassengrenzen der Bewertungsparameter des BALCOSIS-Verfahrens. Sie bedürfen der detaillierten Überprüfung durch lokale Experten, auf der Grundlage (aut-)ökologischer Bedürfnisse der jeweils betrachteten Arten.

- 2) Testmonitoring (6.2 und 7.2): Deckt wesentliche Defizite des BALCOSIS- und des MarBIT-Verfahrens ab (jedoch nicht die *Erhebung von Bestands- und Populationsbeschaffenheiten*, nicht die *Erfassung der besiedelten Fläche von Makrophyten-Arten bzw. der flächigen Ausdehnung von Makrophytenbeständen*, nicht die *Erfassung der besiedelten Fläche von MZB-Arten bzw. der flächigen Ausdehnung von MZB-strukturierten Habitaten (wie Miesmuschelbänken und/oder anderen biogenen Riffen)*, nicht die *Auswahl repräsentativer MZB-Arten* und nicht die *generellen übergeordneten Defizite der WRRL- Monitoring-Programme gegenüber den MSRL-Ansprüchen*).

Das Testmonitoring stellt eine Erweiterung bzw. Ausdehnung des BALCOSIS-Verfahrens dar und wurde im Rahmen dieses Projekts zu insgesamt vier Zeitpunkten in 2012 und 2013 an Standorten in den WRRL-Wasserkörpern Außenschlei und Neustädter Bucht durchgeführt.

7.2 Ergebnisse Modul 2: Testmonitoring

Bei der Bestimmung des Makroalgenbewuchs auf den gesammelten Steinen wurden über den Gesamtzeitraum in den beiden beprobten WRRL-Wasserkörpern (Außenschlei und Neustädter Bucht) zusammen 42 Makroalgenarten bzw. -gattungen gefunden, davon 22 annuelle und 20 perennierende Arten. Das Verhältnis annueller zu perennierender Arten war im Wasserkörper Neustädter Bucht 14:17; im Wasserkörper Außenschlei 17:22. Sechzehn der gefundenen Algenarten gelten nach den Artenlisten im BALCOSIS-Bewertungsmodell als Opportunisten (Führhapter et al., 2012).

Im Wasserkörper Außenschlei fanden sich 39 und im Wasserkörper Neustädter Bucht 31 Arten bzw. Gattungen. Im Wasserkörper Außenschlei setzte sich die Makroalgenflora aus 5 Grünalgen-, 24 Rotalgen- und 10 Braunalgenarten bzw. -gattungen zusammen. Im Wasser-

körper Neustädter Bucht wurden 2 Grünalgen-, 21 Rotalgen- und 8 Braunalgenarten bzw. -gattungen gefunden (Anhang IV).

Neophyta wie *Dasya baillouviana* oder *Gracilaria vermiculophylla* wurden bei den Untersuchungen der beprobten Steine in beiden Wasserkörpern nicht gefunden.

Die beprobten Wasserkörper liegen in Gebieten, die gemäß FFH-Richtlinie als „Flache große Meeresarme und Buchten, CODE 1160“ bzw. „Riffe, CODE 1170“ deklariert wurden. Für die FFH-Lebensraumtypen wurden Listen mit typischen Arten formuliert, die für die Bewertung des Umweltzustands der Gebiete herangezogen werden sollen. Ein Vergleich der in dieser Studie gefundenen Makroalgen (und Invertebraten) -Arten mit den laut FFH-Listen für typischen Arten, zeigt, dass nur bei den Makroalgen im Wasserkörper Außenschlei alle laut FFH typischen Arten gefunden wurden (Tabelle 13). Sowohl bei den Makroalgen in der Neustädter Bucht als auch bei den mit Hartboden und/oder Makroalgen assoziierten Invertebraten gab es teils große Abweichungen.

Tabelle 13: Vergleich der Artenlisten mit typischen Arten gemäß FFH-Lebensraumtypen. Dargestellt ist jeweils farbig die Anzahl der in dieser Studie gefundenen Arten, die mit den Arten der FFH-Listen (schwarz: Anzahl der in den FFH-Listen genannten Arten) übereinstimmen.

Vergleich mit FFH-LRT-Listen:	WK Neustädter Bucht	WK Außenschlei
Typische Arten – Flache große Meeresarme und Buchten , CODE 1160	Makroalgen: 3 (60%) von 5 Invertebraten: 19/20 (54%) von 37*	Makroalgen: 5 (100%) von 5 Invertebraten: 25-27 (70%) von 37*
Typische Arten – Riffe , CODE 1170	Makroalgen: 6 (60%) von 10* Invertebraten: 6 (31%) von 19*	Makroalgen: 8 (80%) von 10* Invertebraten: 9 (47%) von 19*

* es wurden nicht alle in der Liste aufgeführten Invertebraten-Arten berücksichtigt, da einige in der (westl.) Ostsee nicht vorkommen bzw. sie aufgrund ihrer Lebensweise (nicht mit Hartboden und/oder Makroalgen assoziiert) mit den angewandten Methoden nicht gefunden hätten werden können. Auch die in der Liste aufgeführte Makroalge *Laminaria hyperborea* ist lt. Nielsen Liste in unserem Teil der Ostsee nicht nachgewiesen. Die Gruppe der Oligochaeten, die nicht näher bestimmt wurden, ist in der Liste mit zwei Arten aufgeführt.

7.2.1 Gemeinschaftsanalysen – Vergleich beider Wasserkörper

Die beprobten Makroalgengemeinschaften der Wasserkörper Außenschlei und Neustädter Bucht unterschieden sich bei deutlicher Überlappung trotzdem signifikant voneinander (ANOSIM: $R = 0,439$; $p < 0,0001$) und wurden zudem jeweils von der Wassertiefe geformt

(ANOSIM: $R = 0,522$; $p = 0,0001$). In zwei Metern Tiefe unterschieden sich die Algengemeinschaften sowohl voneinander als auch von denen in größerer Tiefe im selben Wasserkörper (Abbildung 13). Die beprobten Steine in sechs Metern Tiefe in der Neustädter Bucht waren ebenfalls von einer charakteristischen Gemeinschaft bewachsen. Dagegen fand sich an der Außenschlei in sechs, zehn und fünfzehn Metern Tiefe die (statistisch) selbe Makroalgen-gemeinschaft wie in zehn und fünfzehn Metern Tiefe am Brodtener Ufer.

Ausschließlich im Wasserkörper Neustädter Bucht wurden die beiden Arten *Halosiphon tomentosus* und *Petalonia fascia* gefunden, ausschließlich im Wasserkörper Außenschlei *Acrochaetium* sp., *Chaetomorpha linum*, *Dictyosiphon foeniculaceus*, *Ectocarpus siliculosus*, *Fucus serratus*, *Membranoptera alata*, *Polysiphonia fibrillosa*, *Rhodochorton purpureum*, *Saccharina latissima*, *Sphacelaria caespitosa* und *S. plumosa*.

Die beiden einzigen Algenarten, die in beiden beprobten WRRL-Wasserkörpern über den Gesamtzeitraum nur in den Proben der beiden tieferen Tiefenstufen (10 und 15m) gefunden wurden, sind die feimbüscheligen Rotalgenarten *Scagelothamnion pusillum* und *Spermothamnion repens*.

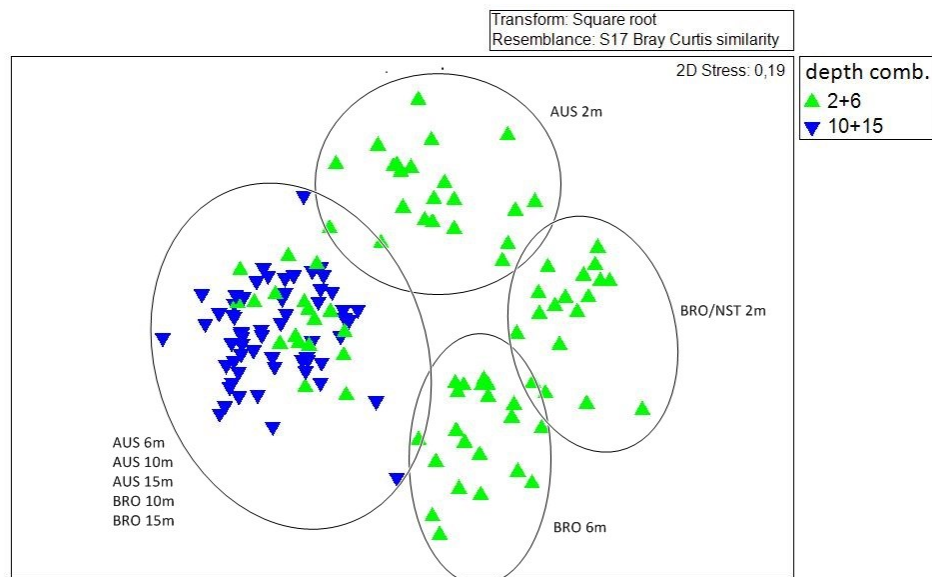


Abbildung 13: Ähnlichkeiten der Makroalpengemeinschaften in den Wasserkörpern Außenschlei (AUS) und Neustädter Bucht (BRO) im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, grün) und im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe, blau).

7.2.2 Wasserkörper Außenschlei

7.2.2.1 Beschreibung der Tauchplätze

Die im Zuge dieses Testmonitorings im Wasserkörper Außenschlei aufgesuchten Tauchplätze entsprachen in Sedimentzusammensetzung und Makrophytenbewuchs (ohne hier bereits Details nennen zu können) den Erwartungen und es konnten in den geplanten vier Tiefenzonen

jeweils fünf mit perennierenden Makroalgen bewachsene Steine fotografiert und - für den Bewuchs schonend - entnommen werden.

Das Sediment bestand in allen Tiefen aus typischem Restsediment (Ton, Sand, Kies und Steinen). In 15 m Tiefe waren weniger Steine zu finden als an den flacheren Tauchplätzen. Über den Gesamtprobenzeitraum wurde die 0-2 m Tiefenzone von den perennierenden Brauntangen *Fucus vesiculosus* (15,4 g Trockengewicht als Summe der Mittelwerte) und *Fucus serratus* (5,2 g) dominiert. Die Weichbodenflächen waren mit Seegras bedeckt (*Zostera marina*;

Abbildung 14, Video: „AUS 0_2m 09_2012.wmv“). Unter den Rotalgen kam hier auch die neophytische Art *Dasya baillouviana* vor - jedoch nicht auf den beprobten Steinen. In den Tiefenzonen 5-7 m (kein Video), dominierten *Phyllophora pseudoceranoides* (6,2 g), *Polyides rotundus* (2,9 g), *Furcellaria lumbricalis* (2,6 g) und *Delesseria sanguinea* (1,1 g). Die dominierenden Arten in 10-12 m (Video: „AUS 11m 09_2012.wmv“) waren die beiden blättrigen, perennierenden Rotalgen *Delesseria sanguinea* (3,7 g) und *Phyllophora pseudoceranoides* (3,4 g). In 15 m (kein Video) dominierten *Saccharina latissima* (3,4 g), *Phycodrys rubens* (1,0 g) und *Phyllophora pseudoceranoides* (0,96 g) den Makroalgenbewuchs der Steine (Abbildung 15, Abbildung 16, Abbildung 17).



Abbildung 14: Außenschleim 0-2 m (Fotos: C. Hiebenthal).



Abbildung 15: Außenschlei 5-7 m (Foto: C. Pansch).



Abbildung 16: Außenschlei 11 m (Foto: C. Pansch).

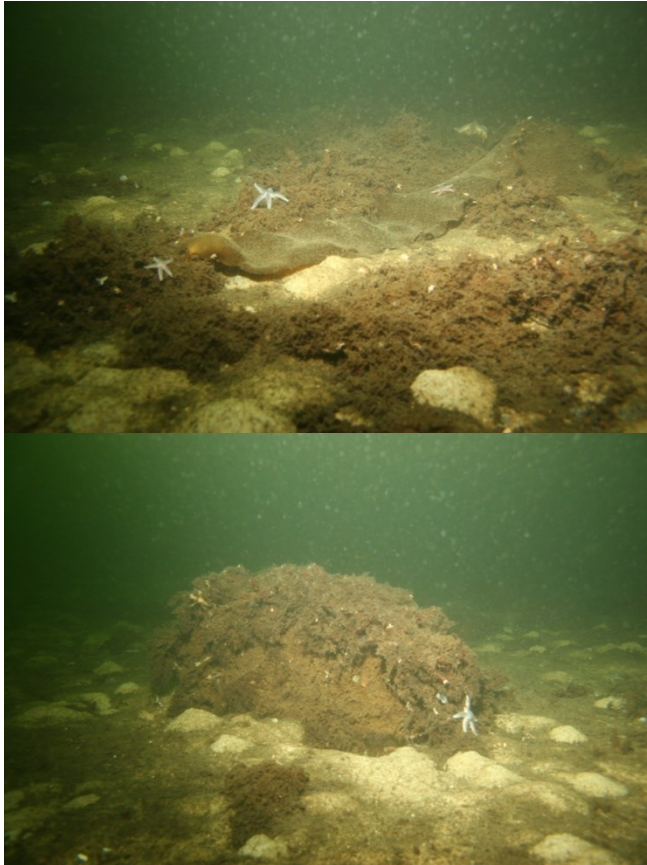


Abbildung 17: Außenschlei 15 m (Foto: C. Pansch).

7.2.2.2 Gemeinschaftsanalysen – Einfluss der Faktoren Jahreszeit und Wassertiefe auf die Algengemeinschaften des Wasserkörpers Außenschlei

Die Unterschiede der Makroalgengemeinschaften zwischen Flachwasserphytal (2 und 6 m) und tieferem Phytal (10 und 15 m) im Wasserkörper Außenschlei waren weniger deutlich (ANOSIM: $R = 0,428$; $p = 0,001$) als in der Neustädter Bucht (siehe unten). Im Wasserkörper Außenschlei wurden in den größeren Tiefen die Arten *Dictyosiphon foeniculacaeus*, *Ectocarpus siliculosus*, *Saccharina latissima* und *Sphacelaria plumosa* gefunden. Diese fehlten in den flacheren Wassertiefen sowie im Wasserkörper Neustädter Bucht. *Saccharina latissima* ist laut BALCOSIS-Verfahren eine typische Art, würde aber wahrscheinlich im Flachwasserbereich nicht gefunden werden.

Auch bei ausschließlicher Betrachtung der im Juli 2013 beprobten Gemeinschaften gab es Überschneidungen zwischen der Flachwasser- und den tieferen Gemeinschaften (ANOSIM: $R = 0,45$), da - wie bei der Betrachtung aller Probennamezeiträume gemeinsam - die 6 m-Gemeinschaft in ihrer Zusammensetzung größere Ähnlichkeit mit den 10- und 15 m-Gemeinschaften hatte, als mit der 2 m-Gemeinschaft (Abbildung 18). Zu Unterschieden zwischen dem Flachwasser- und dem tieferen Phytal trugen bei unterschiedliche Abundanzen insbesondere die Arten *Delesseria sanguinea*, *Phyllophora pseudoceranoides*, *Phycodrys rubens* (alle drei mehr im tieferen Wasser) und *Polysiphonia fucoides* (mehr im Flachwasser) sowie *Chorda filum*, *Fucus serratus*, *F. vesiculosus*, *Furcellaria lumbricalis*, *Ceramium virgatum* und *Pylaiella littoralis* bei, die sämtlich nur im Flachwasser vorkamen und dort

eine wesentliche Rolle spielten. Sieben weitere Arten kamen hier ebenfalls nur im Flachwasser vor, spielten aber dort nur eine untergeordnete Rolle (Anhang VI, Tab B). *Chaetomorpha linum*, *Dictyosiphon foeniculacaeus*, *Saccharina latissima*, *Scagelothamnion pusillum* und *Spermothamnion repens* wurden nur im tieferen Phytal gefunden – allerdings auch nur mit geringeren Abundanzen.

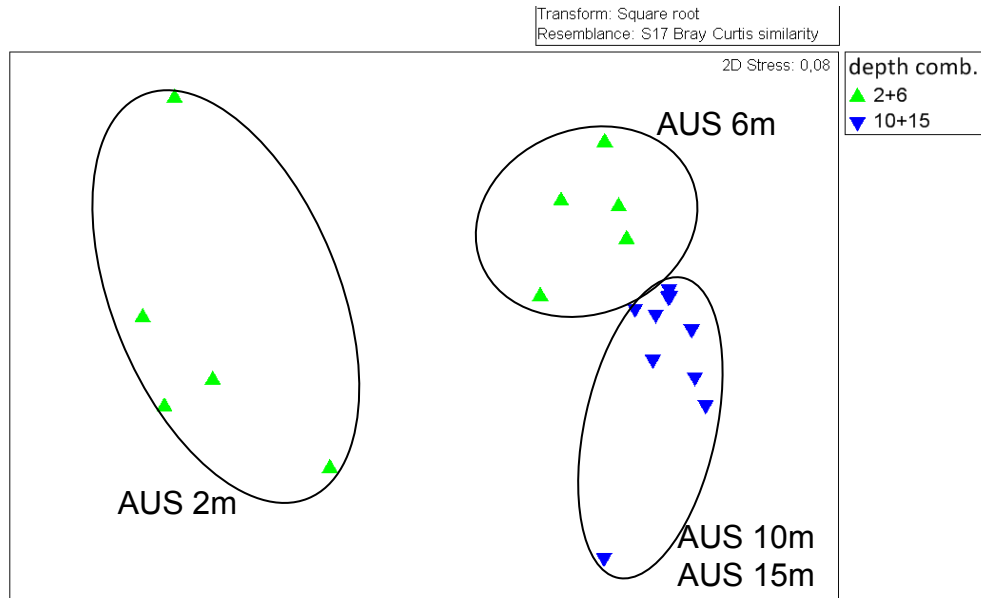


Abbildung 18: Ähnlichkeiten der Makroalgen-Gemeinschaften des Wasserkörpers Außenschlei (AUS) im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, grün) und im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe, blau) im Juli 2013.

Wie im Wasserkörper Neustädter Bucht spielt auch im Wasserkörper Außenschlei der Probennamezeitpunkt für die Zusammensetzung der Makroalgen-Gemeinschaften insgesamt eine geringe Rolle (ANOSIM: $R = 0,111$; $p = 0,005$). Am ähnlichsten waren wieder die Gemeinschaften aus April und Mai 2013, die statistisch nicht zu trennen waren (ANOSIM: $R = 0,005$).

Auch bei einer ausschließlichen Betrachtung der Flachwassergemeinschaften ist der Einfluss der Jahreszeit auf die Zusammensetzung zu vernachlässigen (ANOSIM: $R = 0,245$, Abb. 19). Im Sommer (September und Juli) fehlende Arten, die im Winter/Frühjahr abundant waren, waren *Polyides rotundus*, *Dumontia contorta* und *Monostroma grevillei*. Weitere im Sommer fehlende Flachwasser-Arten (*Chaetomorpha linum*, *Cladophora sp.*, *Ulva sp.*) waren auch im Winter/Frühjahr nur mit geringen Abundanzen vertreten. *Polyides rotundus* wird im BALCOSIS-Verfahren als typische Art betrachtet und könnte nach unseren Erkenntnissen im Sommer übersehen werden. Jedoch wurde stattdessen im Sommer *Furcellaria lumbricalis* gefunden, mit der *P. rotundus* im BALCOSIS-Verfahren eine Bewertungseinheit bildet. Alle anderen im Sommer fehlenden Arten werden nicht als typische Arten im BALCOSIS-Verfahren besonders berücksichtigt. Zudem können alle im Sommer fehlenden Arten grundsätzlich im Sommer auftreten.

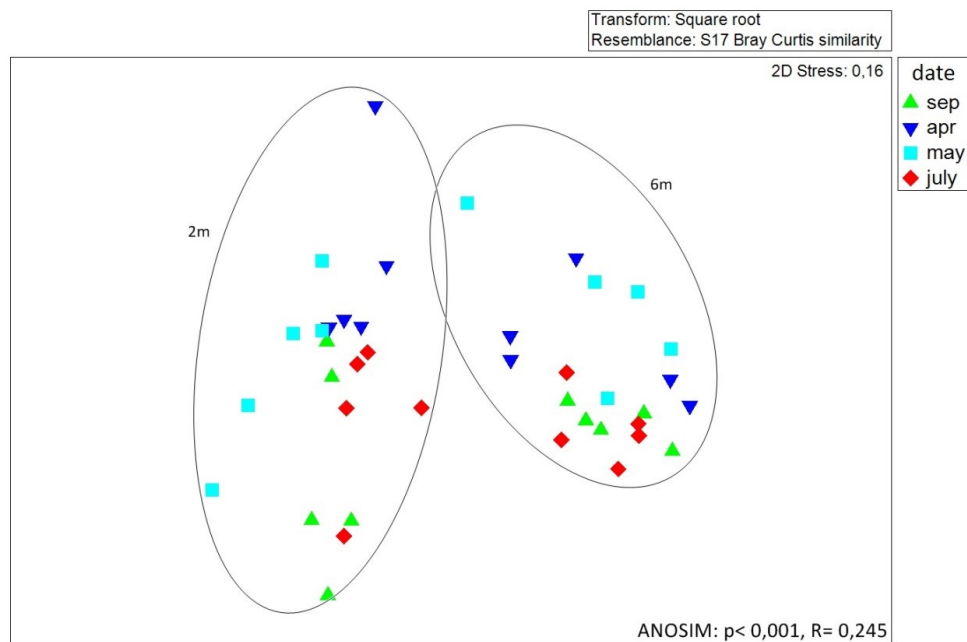


Abbildung 19: Ähnlichkeiten der Flachwasser-(2 und 6 m Tiefe)- Makroalgengemeinschaften des Wasserkörpers Außenschlei zu verschiedenen Probenahmezeitpunkten im Jahr (grün: September 2012, dunkelblau: April 2013, hellblau: Mai 2013, rot: Juli 2013) .

7.2.3 Wasserkörper Neustädter Bucht

7.2.3.1 Beschreibung der Tauchplätze

Die im Zuge dieses Testmonitorings im Wasserkörper Neustädter Bucht aufgesuchten Tauchplätze entsprachen in Sedimentzusammensetzung und Makrophytenbewuchs (ohne hier bereits Details nennen zu können) weitgehend den Erwartungen und es konnten in vier Tiefenzonen jeweils fünf mit perennierenden Makroalgen bewachsene Steine fotografiert und - für den Bewuchs schonend - entnommen werden.

Das Sediment in der Tiefenzone 0-2 m östlich Neustadt ist ein Steine-Kies-Sand-Gemisch. Steine und Kies sind hier von *Fucus vesiculosus* (15,4 g) dominiert. Die Sandflächen sind mit *Zostera marina* bewachsen. (Abbildung 20, Video: „NEUST 0_2m 09_2012.wmv“).

Der steinige Grund des Steinriffs vor dem Brodtener Ufer ist in 5-7 m Tiefe dicht von Miesmuscheln besiedelt. An den insgesamt acht in dieser Tiefenzone angetauchten Tauchplätzen (Abbildung 11) fanden sich nur sehr wenige, kleine Rotalgen, v.a. *Ceramium virgatum* (0,16 g) und die fädige Braunalge *Pylaiella littoralis* (0,34 g), Abbildung 21, Video: „BRO 5_7m 09_2012.wmv“). In der Tiefenzone 10-12 m des Steinriffs waren die teils großen (>50cm Ø) Steine zwischen Sandflächen dicht mit den Rotalgen *Phyllophora pseudoceranoides* (2,5 g) und *Polysiphonia fucoides* (0,6 g) und Schwämmen bewachsen (Abbildung 22, Video: „BRO 11 m 09_2012.wmv“). Die Sandflächen waren teils mit dichten Matten abgerissener Rotalgen bedeckt. In 15 m Tiefe lagen nur noch wenige Steine auf dem Sandgrund (zu etwa 50% im

Sediment), die vor allem mit *Phycodrys rubens* (1,8 g), *Phyllophora pseudoceranoides* (1,5 g) und *Delesseria sanguinea* (0,6 g) bewachsen waren (Abbildung 23, Video: „BRO 15 m 09_2012.wmv“).



Abbildung 20: Neustadt 0-2 m (Foto: C. Hiebenthal).



Abbildung 21: Brodtener Ufer 5-7 m (Foto: C. Pansch).



Abbildung 22: Brodtener Ufer 10 m (Foto: C. Pansch).

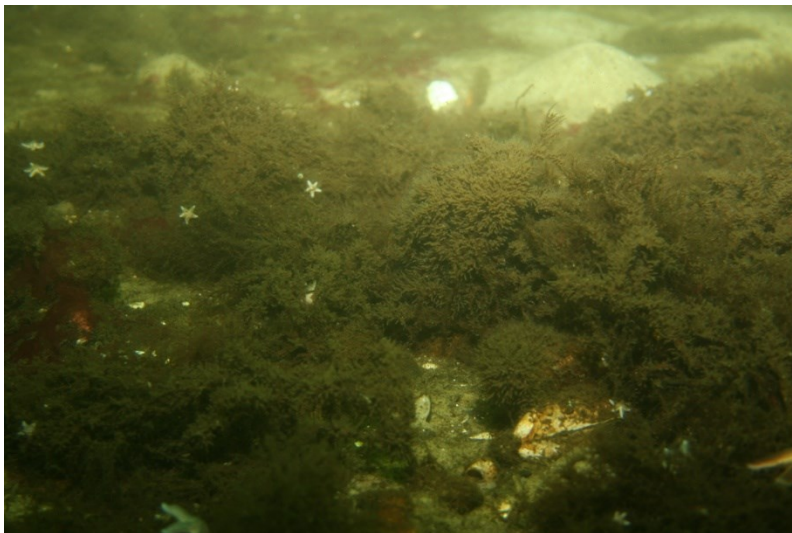


Abbildung 23: Brodtener Ufer 15 m (Foto: C. Hiebenthal).

7.2.3.2 Gemeinschaftsanalysen - Einfluss der Faktoren Jahreszeit und Wassertiefe auf die Algengemeinschaften des Wasserkörpers Neustädter Bucht

Über alle Probennamezeitpunkte betrachtet unterschieden sich im Wasserkörper Neustädter Bucht die Makroalgengemeinschaften im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe) deutlich von denen im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, ANOSIM: $R=0,88$; $p=0,001$). Hier wurden folgende Arten nur in den tieferen Bereichen nachgewiesen und fehlten in den beiden flacheren Tiefen: *Ahnfeltia plicata*, *Brongniartella byssoides*, *Furcellaria lumbricalis*, *Phycodry rubens*, *Polysiphonia elongata*, *P. nigra*, *P. stricta* und *Rhodomela confervoides* [Kommentar: Alle diese Arten wurden im Wasserkörper Außenschlei in den flacheren Tiefen gefunden].

Die klare Trennung der 2-6 m-Gemeinschaften und der 10-15 m-Gemeinschaften traf auch auf die beprobten Makrophyten im Juli 2013 zu (ANOSIM: $R = 0,87$). Wichtige Rollen bei der Abgrenzung von Flachwasser (2 und 6 m)- und tieferem (10 und 15 m) Phytal spielten *Phyllophora pseudoceranoides*, die in deutlich höheren Abundanzen im tieferen Wasser vorkam, *Fucus vesiculosus*, *Ceramium tenuicorne* und *C. virgatum*, die ausschließlich im Flachwasser vorkamen sowie *Phycodrys rubens* und *Delesseria sanguinea*, die nur im tieferen Phytal gefunden wurden. Die letztgenannten beiden Arten werden im BALCOSIS-Verfahren als typische Arten betrachtet, würden aber bei einer Beprobung nur bis 6 m Tiefe vermutlich nicht gefunden werden. Weitere Arten, die nur im Flachwasser vorkamen – jedoch mit geringen Abundanzen – waren: *Callithamnion corymbosum*, *Chorda filum*, *Cladophora* sp. und *Petalonia fascia*. Weitere (mit geringen Abundanzen) nur im Tieferen gefundene Arten waren *Furcellaria lumbricalis*, *Polyides rotundus*, *Polysiphonia elongata*, *P. nigra* und *Scagelothamnion pusillum*. *Furcellaria lumbricalis* und *Polyides rotundus* werden ebenfalls im BALCOSIS-Verfahren als typische Arten betrachtet und könnten wiederum bei einer Beprobung nur bis 6 m Tiefe übersehen werden.

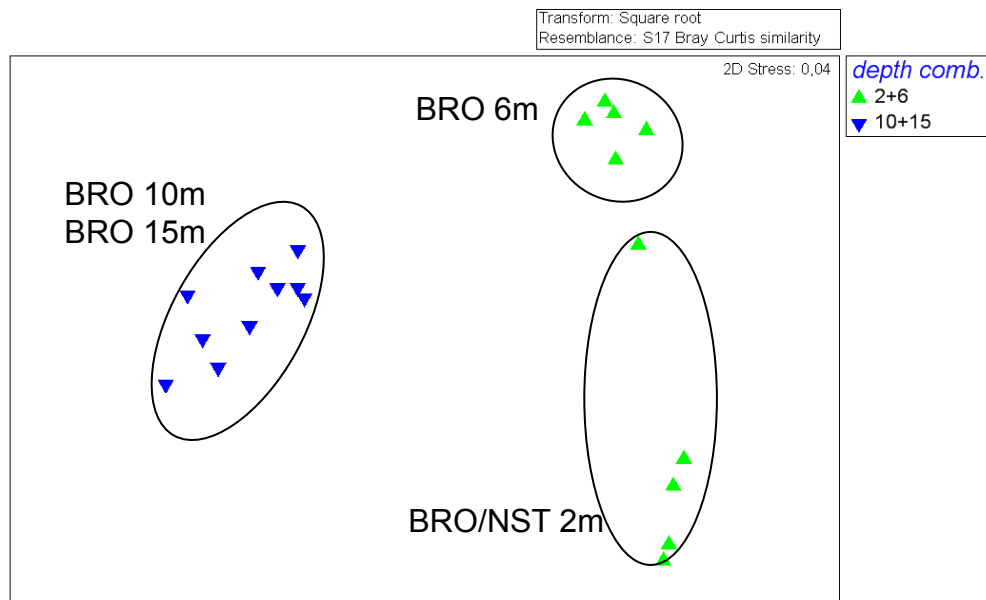


Abbildung 24: Ähnlichkeiten der Makroalgen-Gemeinschaften des Wasserkörpers Neustädter Bucht (BRO/NST) im Flachwasser (2 und 6 m Tiefe, grün) und im tieferen Phytal (10 und 15 m Tiefe, blau) im Juli 2013.

Dagegen hatte der Zeitpunkt der Beprobung einen deutlich geringeren Einfluss auf die Algen-Gemeinschaft (über alle Tiefen betrachtet; ANOSIM: $R = 0,299$; $p = 0,005$). Bei paarweisen Vergleichen der Beprobungszeitpunkte zeigen sich die deutlichsten Unterschiede zwischen den Gemeinschaften zwischen September 2012 und Juli 2013 (ANOSIM: $R = 0,414$). Am Ähnlichsten waren die Gemeinschaften im April und Mai 2013 (ANOSIM: $R = 0,15$).

Bei einer ausschließlichen Betrachtung der Flachwassergemeinschaften (2 und 6 m Tiefe) zeigt sich, dass hier der Einfluss der Jahreszeiten stärker ist (ANOSIM: $R = 0,53$). Während sich die Gemeinschaftszusammensetzungen in zwei Metern Tiefe stark überlappen, fanden

sich in sechs Metern Tiefe im Laufe der vier wiederholten Beprobungen recht unterschiedliche Gemeinschaften (Abbildung 25). Ursächlich hierfür war, dass sich zwischen September 2012 und Juli 2013 in sechs Metern Tiefe am Brodtener Ufer eine stark Miesmuschel-dominierte Gemeinschaft in eine Miesmuschel-Makroalgen-Mischgemeinschaft entwickelte.

Die einzigen Makroalgenarten, die in diesem Wasserkörper im Sommer (September und Juli) fehlten, im Frühling/Winter aber abundant waren, waren *Dumontia contorta* und *Monostroma grevillei*. *Elachista fucicola* und *Halosiphon tomentosus* fehlten ebenfalls im Sommer, waren aber auch im Winter/Frühjahr selten. Alle vier Arten werden nicht als typische Arten im BALCOSIS-Verfahren besonders berücksichtigt.

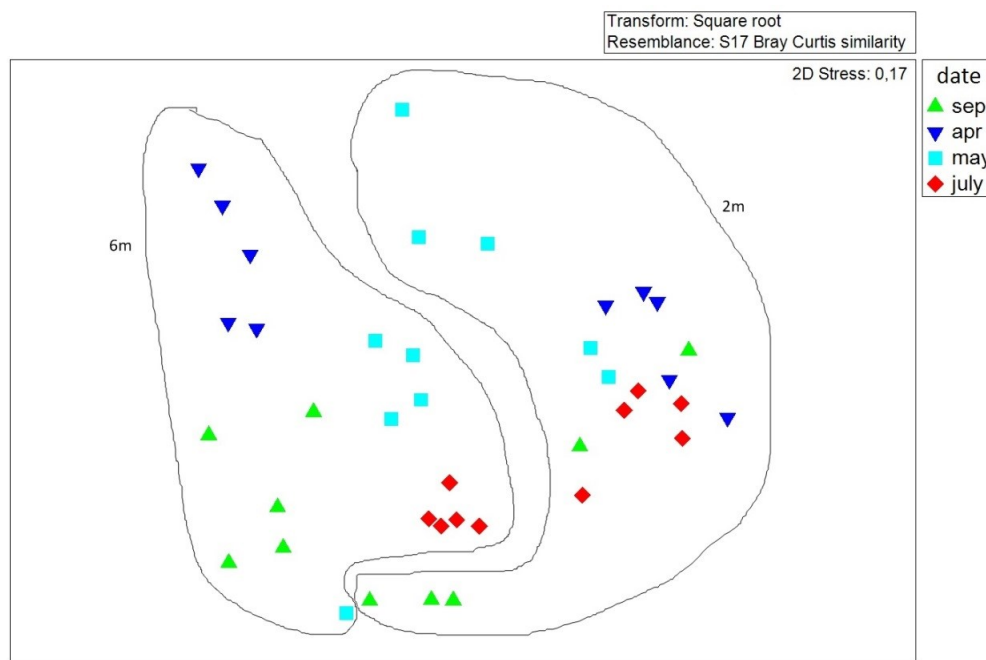


Abbildung 25: Ähnlichkeiten der Flachwasser-(2 und 6 m Tiefe)-Makroalgengemeinschaften des Wasserkörpers Neustädter Bucht zu verschiedenen Probenahmezeitpunkten im Jahr (grün: September 2012, dunkelblau: April 2013, hellblau: Mai 2013, rot: Juli 2013).

7.2.3 Biomasse- und Diversitätsmuster

7.2.3.1 WK Außenschleie

Im Wasserkörper Außenschleie wurden im September 2012 in 2 m Tiefe einzelne Steine mit sehr hohen Algen-Biomassen (im Mittel $>40\text{g} / \text{cm}^2$) beprobt. Die Biomassen der Algen der restlichen Probenahmen lagen über den gesamten Beprobungszeitraum in allen Tiefen im Mittel unter $20\text{g} / \text{cm}^2$ (Abbildung 26, Tabelle 14). Die Algen-Artenzahlen im Wasserkörper Außenschleie waren im gesamten Beprobungszeitraum im Mittel in 6 m Tiefe am höchsten und nahmen dann bis 15 m Tiefe ab (Abbildung 1, Tabelle 14). Mit deutlichem Abstand am

meisten Algenarten wurden über alle vier Tiefenstufen in Juli 2013 gefunden und zu diesem Zeitpunkt war auch die Gleichverteilung der Arten am höchsten (Abbildung 28, Tabelle 1).

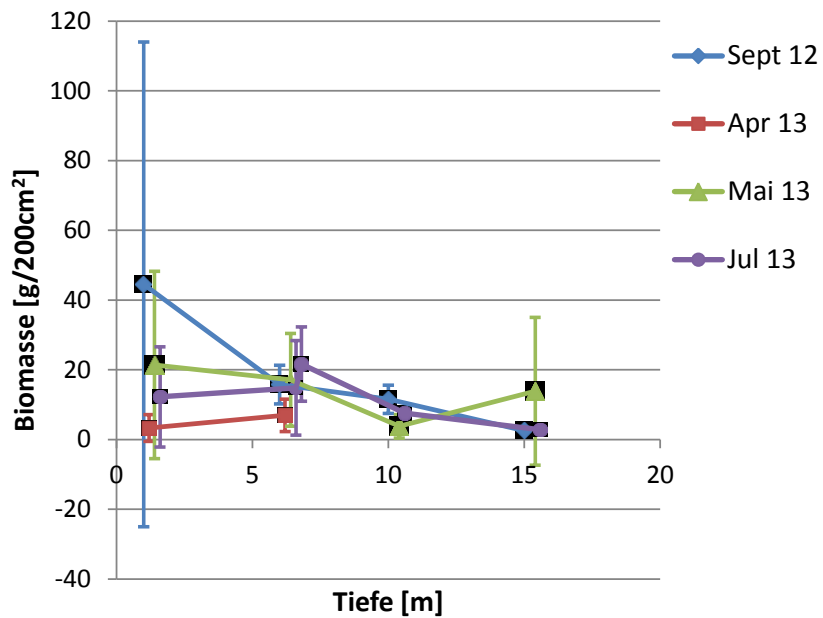


Abbildung 26: Biomasse (der Algenarten) im Wasserkörper Außenschleie in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).

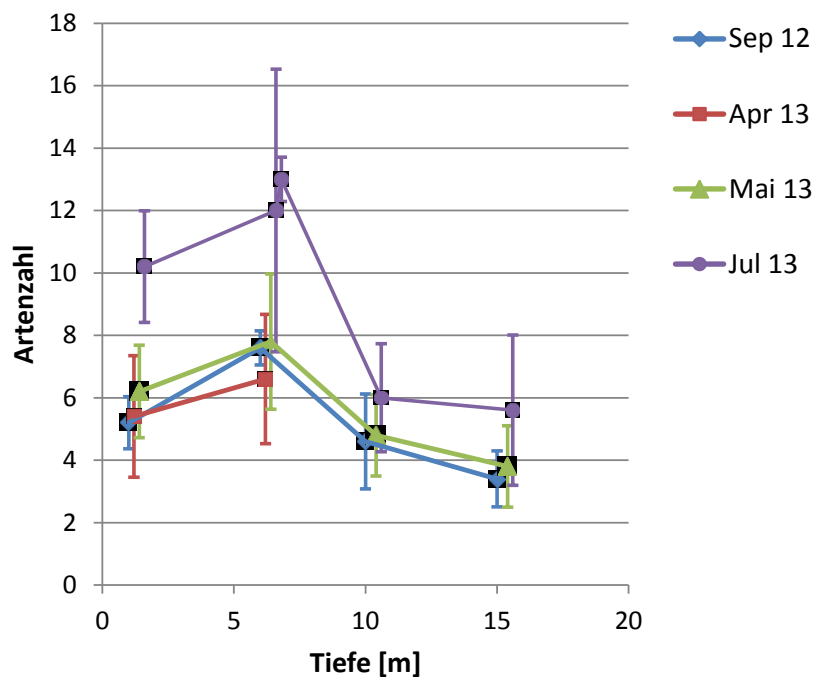


Abbildung 27: Anzahl der Algenarten im Wasserkörper Außenschlei in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).

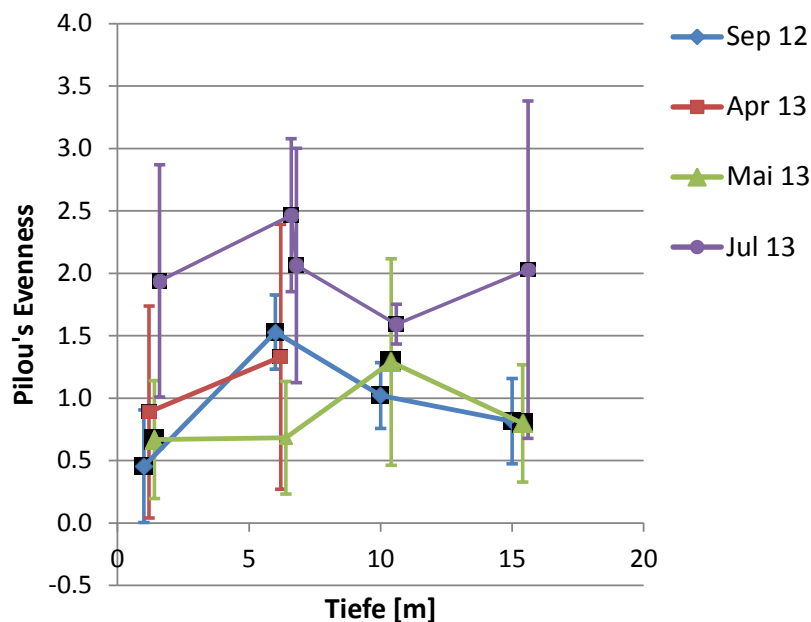


Abbildung 28: Gleichverteilung (Pilou's Evenness) der Algenarten im Wasserkörper Außenschlei in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).

Tabelle 14: Ergebnisse der repeated measures ANOVA. Einfluss von Wassertiefe und Jahreszeit auf Biomassen und Diversitätsparameter der Makroalgen in den Wasserkörpern Neustädter Bucht und Außenschlei.

Wasserkörper	Parameter	Faktor	df	F	p
Neustädter Bucht	Biomasse	Tiefe	3	43.94	<0.001
		Jahreszeit	2	0.409	0.667
		Tiefe*Jahreszeit	6	5.157	0.001
	Artenzahl	Tiefe	3	3.397	0.044
		Jahreszeit	2	4.933	0.014
		Tiefe*Jahreszeit	6	1.974	0.099
	Evenness	Tiefe	3	7.188	0.003
		Jahreszeit	2	3.017	0.063
		Tiefe*Jahreszeit	6	3.622	0.007
Außenschlei	Biomasse	Tiefe	3	4.453	0.012
		Jahreszeit	2	0.474	0.627
		Tiefe*Jahreszeit	6	0.966	0.464
	Artenzahl	Tiefe	3	27.08	<0.001
		Jahreszeit	2	13.64	<0.001
		Tiefe*Jahreszeit	6	0.996	p=0.445
	Evenness	Tiefe	3	2.099	0.141
		Jahreszeit	2	18.65	<0.001
		Tiefe*Jahreszeit	6	1.533	0.199

7.2.3.2 WK Neustädter Bucht

In der Neustädter Bucht wurden im April und Juli 2013 bei Neustadt jeweils in 2 m Tiefe einzelne Steine mit hohen Algen-Biomassen (im Mittel $>20\text{g} / \text{cm}^2$) beprobt. Ansonsten waren die Biomassen der Algen über den gesamten Beprobungszeitraum in der Neustädter Bucht in allen Tiefen deutlich geringer ($<10\text{g} / \text{cm}^2$) und recht ähnlich (Abbildung 29, Tabelle 14). Die Algen-Artenzahlen in der Neustädter Bucht waren ebenfalls im gesamten Beprobungszeitraum in allen Tiefen sehr ähnlich -im Mittel zwischen 4 und 7 Arten pro Replik (= Stein)-, mit einer leichten Tendenz zu mehr Arten in 10 und 15 m Tiefe gegenüber den flacheren Stationen (Abbildung 30, Tabelle 14). Dagegen wurde die Algengemeinschaft am Brodtener Ufer in 10 und 15 m Tiefe erkennbar weniger von einzelnen Arten dominiert als an den flacheren Stationen der Neustädter Bucht, was sich in einer höheren Gleichverteilung der Arten (Pilou's Evenness) widerspiegelt (Abbildung 31, Tabelle 14).

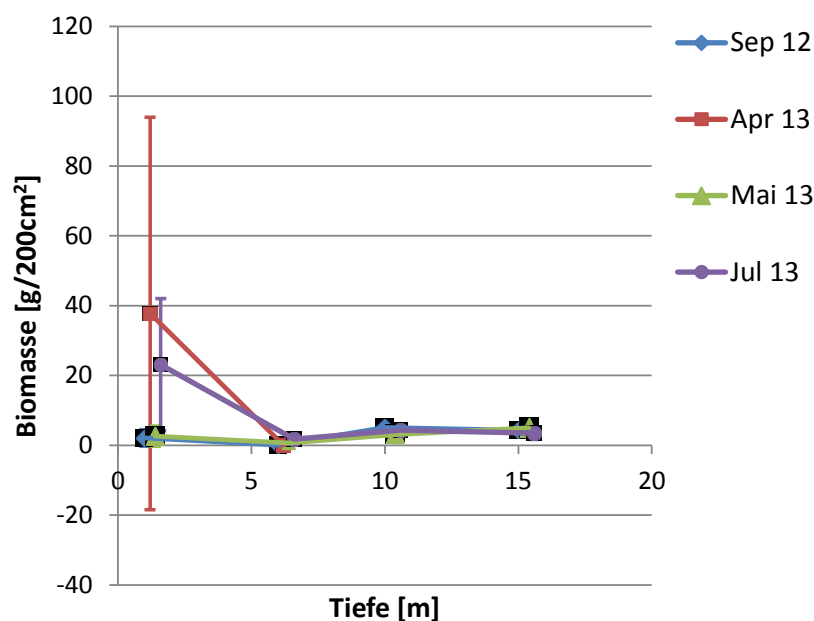


Abbildung 29: Biomasse (Algenarten) im Wasserkörper Neustädter Bucht in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW \pm StAbw).

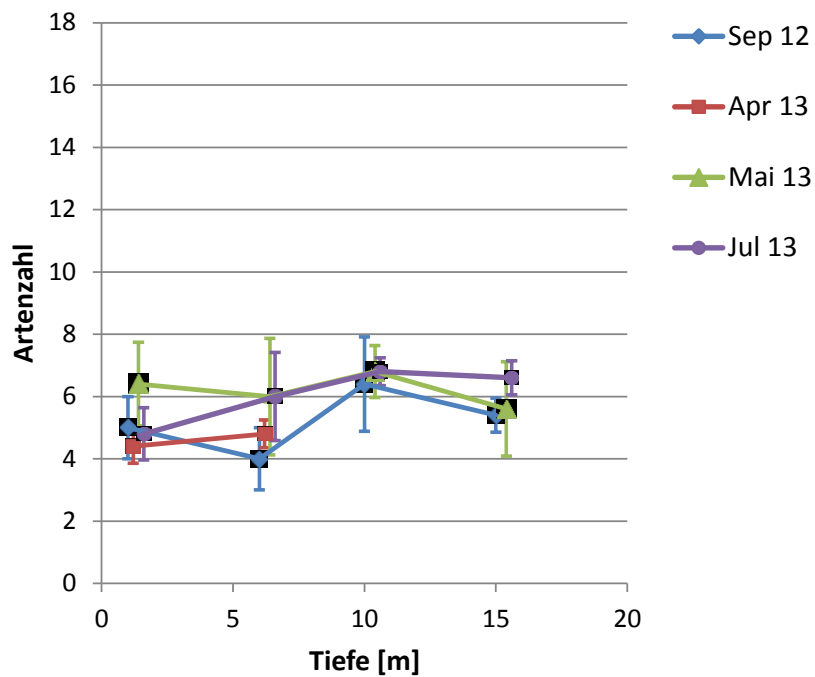


Abbildung 30: Anzahl der Algenarten im Wasserkörper Neustädter Bucht in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).

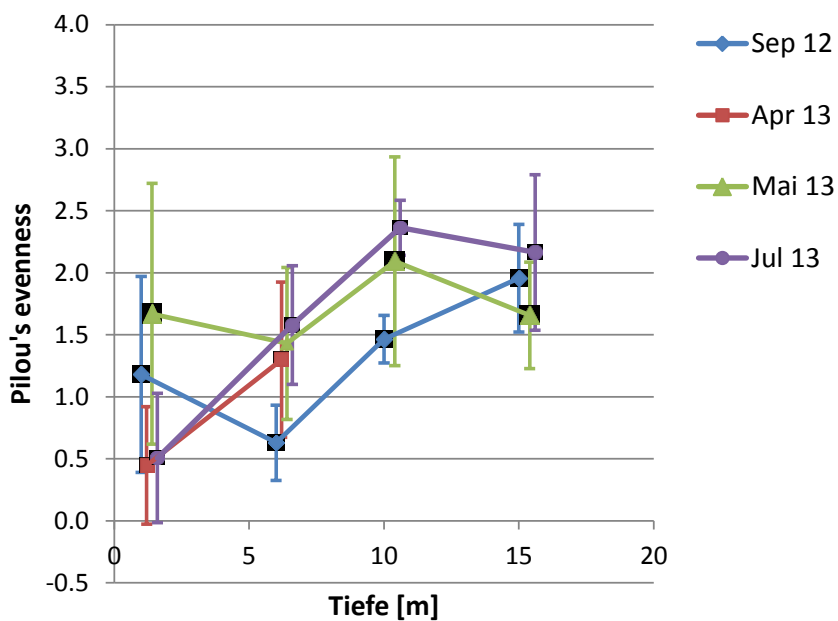


Abbildung 31: Gleichverteilung (Pilou's Evenness) der Algenarten im Wasserkörper Neustädter Bucht in jeweils vier Tiefen und zu jeweils vier Zeitpunkten im Beprobungszeitraum (MW±StAbw).

7.2.3.3 Methodenvergleich: Erfassung der Diversität mit zeitlichem, räumlichen und taxonomischen Umfang vergleichbar dem BALCOSIS-Verfahren vs. Testmonitoring

Vergleich zeitlicher Umfang: nur 1x im Sommer (BALCOSIS) vs. 4x im Jahr (Test Monitoring)

Durch die Gemeinschaftsanalysen (7.2.1) und die Betrachtung der gefundenen Diversitätsmuster über alle im Testmonitoring beprobten Zeiträume und Tiefenstufen (siehe oben) zeigt sich bereits, dass es bei der einmaligen Erfassung der Makrophytengemeinschaft (pro Jahr) im Sommer insgesamt nur zu geringen Informationsverlusten gegenüber der vierfachen Beprobung zu verschiedenen Jahreszeiten kommt. Im Juli war in dieser Studie die Gesamtdiversität der Makroalgen entweder höher als in den anderen Monaten (WK Außenschlei) oder zumindest nicht niedriger (WK Neustädter Bucht). Die Anzahl der Arten, die in anderen Monaten gefunden wurden aber nicht im betrachteten Monat war mit 7 Arten von insgesamt 41 Arten im Juli am geringsten. Zum Vergleich: im September 17 von 41, im April 17 von 41 und im Mai 9 von 41.

Um ein Maß für die zusätzliche Information zu bekommen, die durch wiederholte Probenahmen gewonnen werden kann, kann außerdem Erkennbarkeit/Auflösbarkeit von Unterschieden/Ähnlichkeiten zwischen den betrachteten Gemeinschaften herangezogen werden: Vergleicht man die Makroalgengemeinschaften der Wasserkörper Außenschlei und Neustädter Bucht auf Basis aller vier Probenahmen, ergibt sich ein R von 0,193 (über alle Tiefenstufen zusammen betrachtet). Nimmt man dagegen nur die Daten der Probenahme aus dem Juli 2013, ergibt sich ein R von 0,245. Der Unterschied ist also größer bei dem kleineren Datensatz. Demnach können also Unterschiede zwischen den Gemeinschaften durch den mit vier Probenahmen betriebenen Aufwand nicht besser – sondern sogar etwas schlechter – erkannt werden. Noch deutlicher wird dies, wenn nur das Flachwasserphytal betrachtet wird: Berücksichtigt man alle vier Probenahmen erhält man ein R von 0,162, berücksichtigt man nur die Probenahme im Juli 2012 ein R von 0,649.

Vergleich räumlicher Umfang: nur Flachwasser bis 7 m Tiefe (BALCOSIS) vs. bis 15 m Tiefe (Test-Monitoring)

Der zusätzliche Informationsgewinn, der mit zusätzlichem Aufwand durch die Beprobung größerer Tiefen erlangt wird, ist insgesamt begrenzt, unterscheidet sich aber nach den Erkenntnissen der Gemeinschaft- (7.2.1) und Diversitätsanalysen bei den untersuchten Wasserkörpern - hängt also vom Standort ab. Die Diversität in den untersuchten Wasserkörpern nahm nicht mit der Tiefe zu oder sogar bei Tiefen größer 6m wieder ab. Jedoch wurden an beiden Standorten im tieferen Phytal Makroalgenarten gefunden, die nicht im flacheren Wasser entdeckt wurden und für die Bewertung nach BALCOSIS relevant sind. Am Brodtener Ufer gab es in 10 und 15 m Tiefe eine reichere Makroalgengemeinschaft als in 6m Tiefe. Insgesamt wurden 6 von 41 Arten ausschließlich auf den Steinen in 10 und 15 m Tiefe gefunden.

Vergleicht man wiederum die Erkennbarkeit/Auflösbarkeit von Unterschieden/Ähnlichkeiten zwischen den betrachteten Gemeinschaften (WK Neustädter Bucht und WK Außenschlei) bei ausschließlicher Betrachtung der Flachwasserphytals ($R = 0,162$) und bei Betrachtung aller beprobten Tiefenstufen ($R = 0,193$), zeigt sich ein nur minimal größerer Unterschied (größeres R) bei dem größeren Datensatz.

Schließlich zeigen die Artenzugewinn-Aufwands-Kurven (Abbildung 32, entsprechend Arten-Areal-Kurven), dass der Erkenntnisgewinn (Hinzugewinn weiterer Arten) bei der Berücksichtigung aller Tiefen nicht schneller verläuft (die Kurve ist nicht steiler) als bei ausschließlicher Berücksichtigung der Tiefen 1 bis 6m.

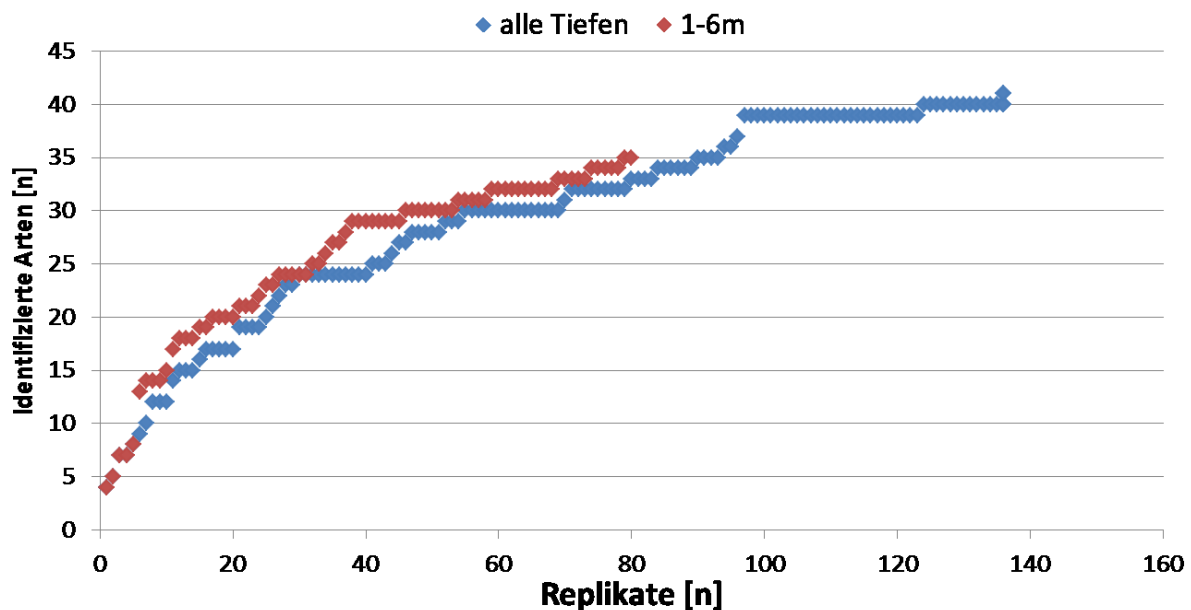


Abbildung 32: Vergleich der Artenzugewinn-Aufwands-Kurven (Arten-Areal-Kurven) bei Berücksichtigung aller Tiefen und bei ausschließlicher Berücksichtigung der Tiefen 1 bis 6m.

Vergleich taxonomischer Umfang (nur Makroalgen vs. Makroalgen und Invertebraten):

Um zu klären, ob durch die zusätzlich Erfassung der Invertebratenfauna wesentliche zusätzliche Informationen über Diversitätsmuster erlangt werden können, wurde geprüft, ob die Makroalgendiversität (-artenzahl) als Maß für die Fauna-Artenzahl (und damit die Gesamtdiversität dienen kann. Es konnte eine zwar signifikante aber sehr schwache Korrelation zwischen der Anzahl Makroalgenarten und der Anzahl Invertebratenarten gefunden werden (Abbildung 33; Pearson $r = 0,40$; $p < 0,05$). Während bei geringer Makroalgendiversität (< 10 Arten) sowohl sehr hohe (≥ 35) als auch sehr niedrige Invertebratendiversität vorkommen kann (in der Mehrzahl jedoch unter 20 Invertebraten-Arten), gab es bei großen Makroalgen-Artenzahlen (≥ 10) keine kleinen Invertebraten-Artenzahlen (alle ≥ 20). Während also bei hohen Makroal-

gendifferenzen auch hohe Invertebratendiversitäten zu erwarten sind, ist die Vorhersage bei niedrigen Makroalgendiversitäten sehr unsicher. Das Makroalgenmonitoring kann demnach nur einen groben Anhaltspunkt für die Gesamtdiversität darstellen und ein Faunamonitoring nicht ersetzen.

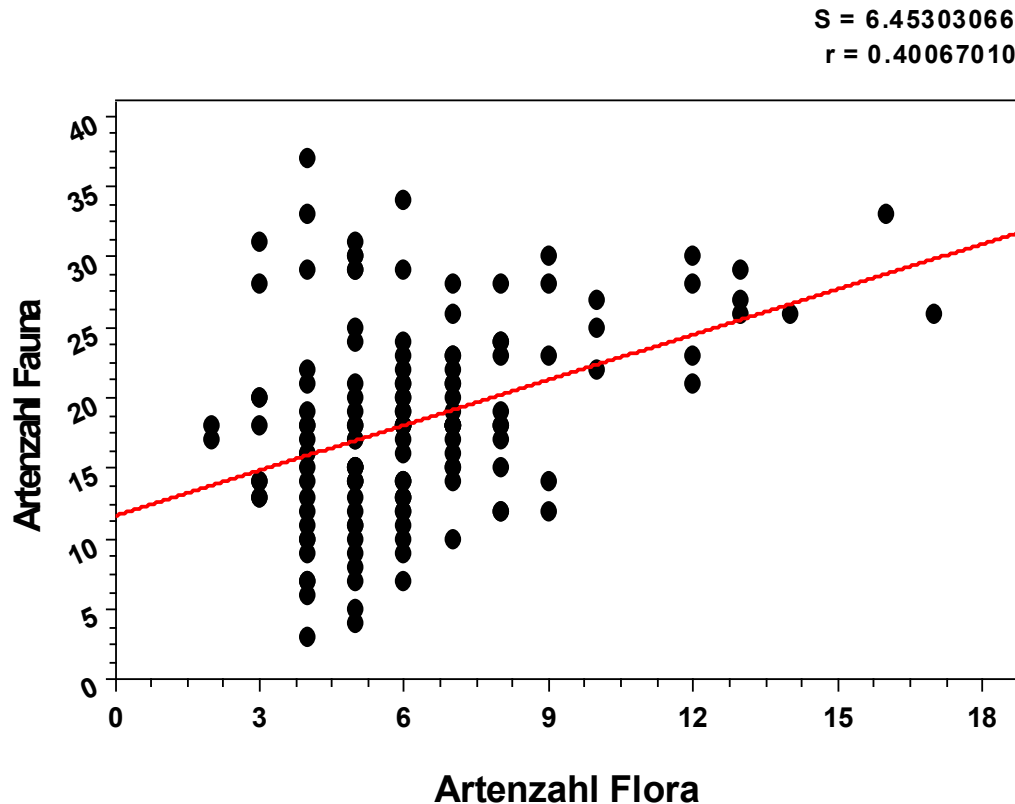


Abbildung 33: Korrelation der Artenzahl der gefundenen Fauna- mit der Artenzahl der gefundenen Flora-Taxa, über alle Probenahmen.

7.2.4 Bewertung des Umweltzustand gemäß BALCOSIS-Verfahrens auf Basis der Daten dieser Studie, Vergleich zeitgleicher mit BALCOSIS-Beprobung

Bezüglich der Begleitparameter Opportunisten und *Furcellaria lumbricalis* kommt die Bewertung der im hier durchgeführten Testmonitoring beprobten Makroalgengemeinschaften bei kleinen Unterschieden der Parameterwerte weitgehend zu gleichen Ergebnissen wie bei der Bewertung auf der Basis der im Rahmen von BALCOSIS erhobenen Daten (Tabelle 17). Allein bei der Bewertung des Wasserkörpers Außenschleim 2012 kommt die Bewertung auf Basis der Testmonitoring-Daten zu einem etwas schlechteren Ergebnis („gut“) als bei der Bewertung auf Basis der BALCOSIS-Daten („sehr gut“, vergl. Tabelle 15).

Tabelle 15: Darstellung der Klassengrenzen der Bewertungsparameter des Faktors HARTSUBSTRAT/PHYTAL.

Umweltzustand	Biomasseanteil der Opportunisten im 5-7m Tiefenbereich	Biomasseanteil von <i>Furcellaria lumbricalis</i> im 5-7 m Tiefenbereich	B3b-Wasserkörperlwestlich der Darßer Schwelle: Artenreduktion im Vergleich zur Gesamtliste (10 Arten)
Sehr gut	Referenzwert: 0,5% ≤ 1%	Referenzwert: 40% ≥30%	Referenzwert: 10 Arten vorh. 9 Arten vorhanden
gut	[1 - 10]%	[20 - 30]%	7-8 Arten vorhanden
mäßig	[10 - 30]%	[5 - 20]%	4-6 Arten vorhanden
unbefriedigend	[30 - 75]%	< 5%	2-3 Arten vorhanden
schlecht	>75%	fehlt	0-1 Arten vorhanden

Tabelle 16 zeigt die Gesamtbiomasse der Makroalgen (Trockengewicht, g), die Summe der Opportunisten (g), den Anteil der Opportunisten (%) und die Biomasse und den Anteil von *Furcellaria lumbricalis* (g, %) für beide Wasserkörper in sechs Metern Tiefe. Anhand dieser Werte konnten die BALCOSIS- Begleitparameter *Furcellaria*, *Opportunisten* und *Artenreduktion* (Tabelle 17) errechnet werden:

Tabelle 16: Gesamt Biomasse, Summe der Opportunisten, Anteil der Opportunisten, Anteil *Furcellaria lumbricalis* und Biomasse *Furcellaria lumbricalis* der Wasserkörper Neustädter Bucht (BRO/NST) und Außenschlei (AUS) in den Monaten September 2012 und Juni 2013, 6m Tiefe.

Standort	Monat	Gesamt Biomasse (g)	Summe Opportunisten (g)	Anteil Opportunisten (%)	<i>Furcellaria</i> (g)	<i>Furcellaria</i> Biomasse (%)
BRO/NST	Sep 12	0,11	0,10	95,7	0	0,0
AUS	Sep 12	15,76	0,28	1,8	3,67	23,3
BRO/NST	Jul 13	1,76	1,73	98,3	0	0,0
AUS	Jul 13	14,86	0,57	3,9	6,91	43,9

Tabelle 17: Begleitparameter Opportunisten (5-7m) und *Furcellaria* (5-7m) ermittelt nach BALCOSIS-Probenname und hier durchgeführtem Testmonitoring („Test-M.“) in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2012 und 2013. Farbgebungen illustrieren Bewertung gemäß BALCOSIS-Verfahren (Tab. 15).

	BALCOSIS BRO/NST 2012	Test-M. BRO/NST 2012	BALCOSIS AUS 2012	Test-M. AUS 2012	BALCOSIS BRO/NST 2013	Test-M. BRO/NST 2013	BALCOSIS AUS 2013	Test-M. AUS 2013
Anteil Opportu- nisten:	100%	96%	1%	2%	n.a.	98%	2%	4%
Anteil <i>Furcellaria</i>	0%	0%	34%	23%	n.a.	0%	44%	46%

Bezüglich des Begleitparameters Artenreduktion kommt die Bewertung der bei dem hier durchgeführten Testmonitoring im September 2012 beprobten Makroalgengemeinschaften im Wasserkörper Neustädter Bucht zu einem wesentlich besseren Ergebnis („gut“) als bei der Bewertung auf der Basis der im Rahmen von BALCOSIS erhobenen Daten („unbefriedigend“, Tabelle 18). Dies lässt sich darauf zurückführen, dass für das Testmonitoring gezielt eine Station gesucht wurde (im selben Wasserkörper), bei der ausreichend Makroalgen beprobt werden konnten. Deshalb können diese Ergebnisse nicht wirklich mit den an der BALCOSIS-Station gewonnen Daten verglichen werden.

Im Wasserkörper Außenschlei wurde 2012 beim Testmonitoring eine typische Art (*Cystocodium purpureum*) weniger gefunden als bei der BALCOSIS-Beprobung, weshalb hier auch bei diesem Begleitparameter die Bewertung auf Basis der BALCOSIS-Daten („sehr gut“) etwas besser ausfällt als die Bewertung auf Basis der Testmonitoring-Daten („gut“).

Im Juli 2013 wurden dagegen beim Testmonitoring zwei typische Arten (*Fucus sp.* und *Laminaria digitata/Saccharina latissima*) mehr gefunden als bei der BALCOSIS-Beprobung (Tabelle 19), weshalb diesmal beim Begleitparameter Artenreduktion die Bewertung auf Basis der Testmonitoring-Daten mit „sehr gut“ etwas besser ausfällt als die Bewertung auf Basis der BALCOSIS-Daten („gut“).

Insgesamt kommen die Bewertungen – wenn auf Basis vergleichbarer Daten durchgeführt – zu sehr ähnlichen Ergebnissen.

Tabelle 18: Begleitparameter Artenreduktion; Liste der charakteristischen/repräsentativen Arten des Phytals im 5-7 m Tiefenbereich ermittelt nach BALCOSIS-Probenname und hier durchgeführtem Testmonitoring („Test-M.“) in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2012. Farbgebungen illustrieren Bewertung gemäß BALCOSIS-Verfahren (Tab. 15).

	B3b-Wasserkörper/westlich der Darßer Schwelle	BALCOSIS BRO/NST 2012	Test-M. BRO/NST 2012	BALCOSIS AUS 2012	Test-M. AUS 2012
Phaeophyceae	<i>Chorda filum/ Halosiphon tomentosus</i>	-	-	x	x
	<i>Fucus serratus/ Fucus vesiculosus</i>	x	x	x	x
	<i>Laminaria digitata/ Saccharina latissima</i>	-	-	-	-
Rhodophyceae	<i>Ahnfeltia plicata</i>	-	-	x	x
	<i>Coccotylus truncatus/ Phyllophora pseudoc.</i>	x	x	x	x
	<i>Cystoclonium purpureum</i>	-	x	x	-
	<i>Delesseria sanguinea</i>	-	x	x	x
	<i>Furcellaria lumbricalis/ Polyides rotundus</i>	-	x	x	x
	<i>Phycodrys rubens</i>	-	x	x	x
	<i>Rhodomela confervoides</i>	-	x	x	x
Summe:	10 Arten/Artengruppen	2	7	9	8

Tabelle 19: Begleitparameter Artenreduktion; Liste der charakteristischen/repräsentativen Arten des Phytals im 5-7 m Tiefenbereich ermittelt nach BALCOSIS-Probenname und hier durchgeführtem Testmonitoring („Test-M.“) in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2013. Farbgebungen illustrieren Bewertung gemäß BALCOSIS-Verfahren (Tab. 15).

	B3b-Wasserkörper/westlich der Darßer Schwelle	BALCOSIS BRO/NST 2013	Test-M. BRO/NST 2013	BALCOSIS AUS 2013	Test-M. AUS 2013
Phaeophyceae	<i>Chorda filum/ Halosiphon tomentosus</i>	n.a.	x	x	x
	<i>Fucus serratus/ Fucus vesiculosus</i>	n.a.	x	-	x
	<i>Laminaria digitata/ Saccharina latissima</i>	n.a.	-	-	x
Rhodophyceae	<i>Ahnfeltia plicata</i>	n.a.	-	x	x
	<i>Coccotylus truncatus/ Phyllophora pseudoc.</i>	n.a.	x	x	x
	<i>Cystoclonium purpureum</i>	n.a.	x	x	x
	<i>Delesseria sanguinea</i>	n.a.	x	x	x
	<i>Furcellaria lumbricalis/ Polyides rotundus</i>	n.a.	x	x	x
	<i>Phycodrys rubens</i>	n.a.	x	x	x
	<i>Rhodomela confervoides</i>	n.a.	-	x	x
Summe:	10 Arten/Artengruppen	n.a.	7	8	10

7.2.5 Invertebraten-Fauna in beiden Wasserkörpern

Bei der Analyse der mit Makroalgen bewachsenen Steine wurden insgesamt 114 Invertebraten-Arten bzw. taxonomische Gruppen aus 20 Klassen gefunden (Anhang V). Die am stärksten vertretenen Klassen sind die Polychaeta (33 Arten), Malacostraca (23), Bivalvia (14) und Gastropoda (11). Im Wasserkörper Neustädter Bucht wurden 82 und im Wasserkörper Außenschlei 104 Arten und taxonomische Gruppen gefunden (Tabelle 20). 25 Arten sind sessil (Bryozoa, Ascidiacea, *Spirorbis spirorbis* und *Amphibalanus improvisus*). Drei Arten können erweitert als sessil auf Makroalgen bezeichnet werden: der Polychaet *Nicolea zostericola*, der in einer Röhre auf den Algen lebt, der Amphipode *Caprella linaris*, der sich an Algen festhält und (juvenile) *Mytilus edulis*, die mit Byssusfäden an Algen befestigt sind. Die übrigen Taxa und Arten sind vagil, wenn auch z.B. die Amphipoda und Isopoda in Makroalgen leben.

Tabelle 20: Mittelwerte der Biomassen (mg), Individuen (n) und Artenzahl der Fauna in den Wasserkörpern Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“) in 2, 6, 10 und 15 m Tiefe. Summiert über Gesamtzeitraum ohne April 2013, da dort die 6 und 10 m Tiefe nicht beprobt wurden.

Standort	Tiefe [m]	Summe Biomasse [mg] (MW ± StAbw)	Summe Individuen [n] (MW ± StAbw)	Anzahl Arten
BRO/NST	2	35931 (±24507)	3151 (±1981)	37
BRO/NST	6	14240 (±9537)	1992 (±987)	40
BRO/NST	10	1024 (±1159)	1033 (±642)	41
BRO/NST	15	2262 (±4490)	1645 (±1821)	49
AUS	2	6369 (±6892)	2262 (±2405)	50
AUS	6	5174 (±8272)	3411 (±2403)	65
AUS	10	2948 (±2333)	1199 (±723)	66
AUS	15	1888 (±2474)	645 (±680)	52

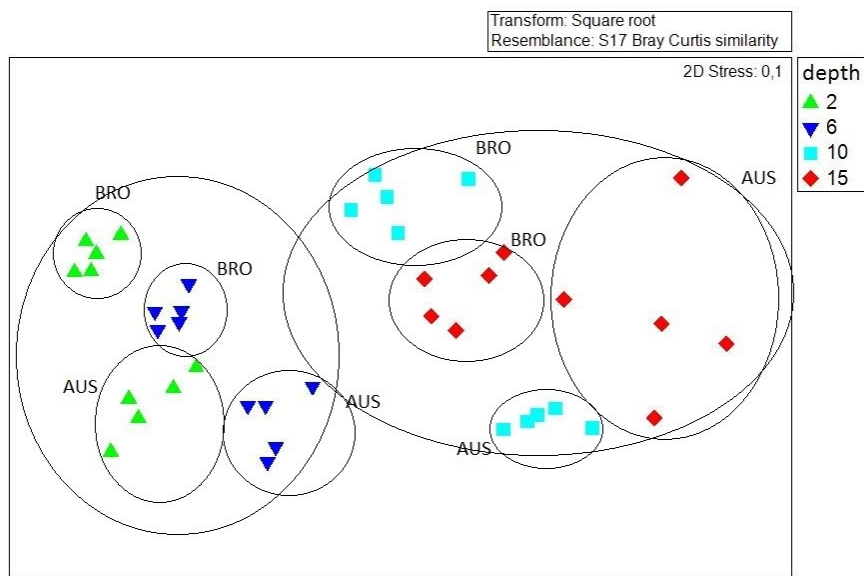


Abbildung 34: MDS-Plot zur Illustration des Einflusses der Faktoren Tiefe und Wasserkörper (Außenschlei: „AUS“, Neustädter Bucht: „NST“ und „BRO“) auf die Fauna im Juli 2013. Eingezeichnet sind die Replikate der verschiedenen Tiefen und Stationen und die Cluster der zwei und sechs Meter bzw. zehn und 15 m Tiefe.

Die assoziierten Invertebratengemeinschaften der Algen- und Seegrasgemeinschaften beider untersuchter Wasserkörper (Neustädter Bucht und Außenschlei) unterscheiden sich signifikant voneinander ($R = 0,925$; $p = 0,0001$) und zeigen jeweils eine klare Tiefenzonierung (Pairwise-Tests zwischen $R = 0,75$ und $R = 1$, $p = 0,0001 - 0,0003$; Abbildung 34), wobei die zwei und sechs Meter -Gemeinschaften ebenso ein Cluster bilden wie die zehn und fünfzehn Meter Gemeinschaften.

Wichtigste Art für die Unterschiede sowohl zwischen den Wasserkörpern als auch zwischen unterschiedlichen Tiefen war die Muschel *Mytilus edulis*: Ihre Abundanzen waren höher in der Neustädter Bucht als an der Außenschlei und nahmen ab den 10 m-Tiefenstationen gegenüber den flacheren Stationen deutlich ab. Einen ebenfalls wesentlichen Beitrag zur Unterschiedlichkeit der Invertebratengemeinschaften der beiden Wasserkörper leisteten die Seescheide *Dendrodoa grossularia*, die fast nur an der Außenschlei gefunden wurde sowie Chironomiden (Zuckmücken-)larven, die in der Neustädter Bucht wesentlich häufiger waren (Anhang VI). Chironomidenlarven spielten auch für die Tiefenzonierung eine wichtige Rolle, da sie in den flacheren Tiefenstufen deutlich häufiger waren, ebenso wie die Polychaeten-Art *Eumida sanguinea*, die die wichtigste Art für Unterschiede zwischen 10 und 15 m war.

Um Aussagen über den Einfluss der Jahreszeiten auf die Invertebraten-Gemeinschaften zu treffen, werden im Folgenden die beiden untersuchten Wasserkörper getrennt voneinander betrachtet (Abbildung 35 und Abbildung 36). Im Monat April konnten nur Steine in zwei und sechs Metern Tiefe beprobt werden, weshalb die beiden weiteren Tiefenstufen in der Darstellung fehlen.

Insgesamt lassen sich bei der Fauna klarere Unterschiede im Verlauf des Jahres feststellen als bei der Makroalgen-gemeinschaft. Im Wasserkörper Außenschlei unterschied sich die Invertebratengemeinschaft des Septembers 2012 mit zunehmendem zeitlichem Abstand immer deutlicher von denen in den restlichen Monaten in 2013 (September/April: $R=0,79$; September/Mai: $R=0,819$; September/Juli: $R=0,837$, Abbildung 35). Die wichtigste Rolle bei diesen Unterschieden spielten die Amphipoden *Microdeutopus gryllotalpa* und *Apherusa bispinosa*, die beide im September 2012 erkennbar höhere Abundanzen hatten als in den anderen Monaten. Die in 2013 analysierten Gemeinschaften unterscheiden sich dagegen untereinander insgesamt weniger (R zwischen $0,37$ und $0,588$). Auffällige Unterschiede waren deutlich weniger *Monocorophium insidiosum* und *Spirorbis spirorbis* im Mai als im April 2013 und eine Zunahme an juvenilen *Mytilus edulis* im Juli gegenüber den Vormonaten (Anhang VI)

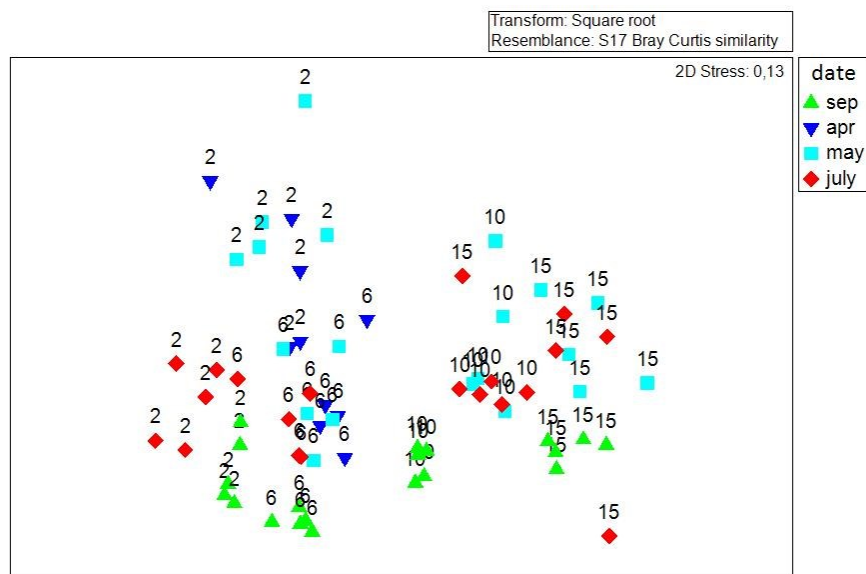


Abbildung 35: MDS-Plot der verschiedenen Monate an der Station Außenschlei über alle Tiefen. Die Symbole zeigen jedes Replikat der verschiedenen Tiefen

Auch im Wasserkörper Neustädter Bucht zeigen sich Unterschiede in den Invertebraten-Gemeinschaften im Laufe des Jahres (R -Werte zwischen $0,652$ und $0,848$, Abbildung 36). Im September 2012 gab es besonders hohe Abundanzen von *Mytilus edulis* und im Juli 2013 von Chironomidenlarven, während z.B. *Gammarus salinus* von April bis Juli 2013 stetig mehr wurden (Anhang VI). Nur die Gemeinschaften der Monate April und Mai 2013 hatten größere Überlappungen ($R=0,288$).

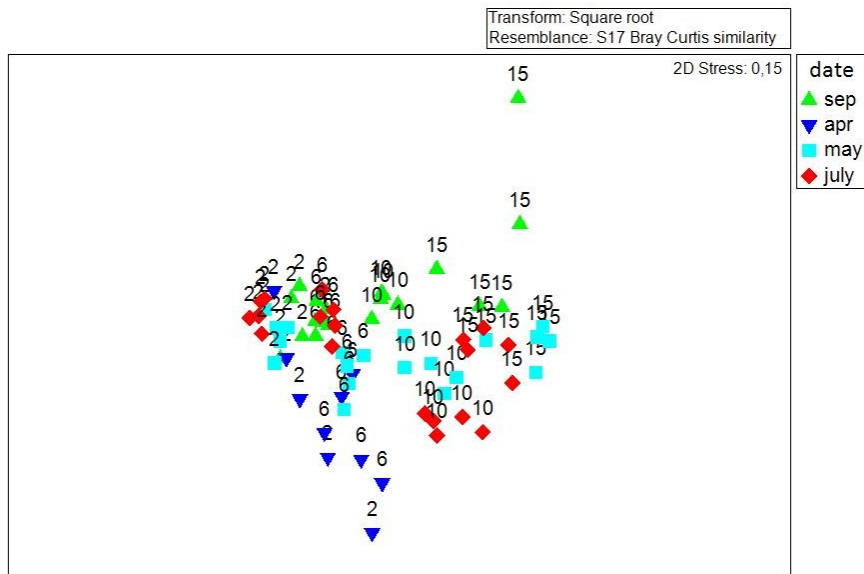


Abbildung 36: MDS-Plot der verschiedenen Monate an der Station Brodtener Ufer über alle Tiefen. Die Symbole zeigen jedes Replikat der verschiedenen Tiefen

7.3 Ergebnisse Modul 3: Diversitätsvergleiche

Kurzzusammenfassung des Begriffs der „biologischen Vielfalt“ im Kontext der MSRL

In der MSRL selbst werden die Begriffe „biologische Vielfalt“ und „Artenvielfalt“ verwendet. Während sich die *Artenvielfalt* auf die Anzahl vorhandener Arten bezieht, beinhaltet der Deskriptor „*biologische Vielfalt*“ mehrere ökologische Ebenen und umfasst die Verbreitung und Häufigkeit von Arten, die Qualität und das Vorkommen von Lebensräumen (Habitaten) und die Zusammensetzung und die Anteile von Ökosystemkomponenten. Auf Artebene betrachtet die MSRL insbesondere „relevante Arten und funktionale Gruppen“ und deren Verbreitung, Populationsgröße und –beschaffenheit.

Die MSRL-Task-Group „Biodiversity“ orientiert sich bei der Definition von Biodiversität an der „Convention on Biological Diversity definition of biological diversity (CBD, 1992)“. Demnach gibt es eine *innerartliche Diversität* (beinhaltet z.B. geographische Verbreitung und Größenverteilung innerhalb einer Population oder genetische Struktur und Diversität), *zwischenartliche Diversität* (entspricht der Vielfalt an Tier- und Pflanzentaxa) und *Diversität innerhalb und zwischen Ökosystemen* (im Sinne großer Meeresökosysteme auf der Ebene der Meeres(unter)regionen; diese beinhalten eine Vielzahl mariner Landschaften, Habitate und Gemeinschaften).

Bewertung des BALCOSIS-Bewertungsparameters „Artenreduktion“

Alle fünf auf der Basis von Biomasseerhebungen aus Kratzproben in elf WRRL-Wasserkörpern berechneten Diversitätsparameter (6.3: Artenzahl, Simpson D, Evenness, Shannon H, Pilou J) korrelieren signifikant ($p \leq 0.001$, Tabelle 21) mit dem BALCOSIS-Bewertungsparameter „Artenreduktion“. Während die vier anderen Parameter negativ mit der „Artenreduktion“ korrelieren (Pearson r: -0.19 bis -0.51), korreliert Equitability/Evenness „E“ positiv mit der „Artenreduktion“ (Pearson r: 0.46). Dies liegt allerdings an der Art der Berechnung dieses Parameters, die grundsätzlich hohe Werte („1“ bei 1 Art, 0.5-0.9 bei 2 Arten) bei sehr wenigen Arten in der Probe erzeugt, auch wenn die Biomassen nicht gleichverteilt sind. Die Equitability/Evenness „E“ ist demnach nicht für den hier verwendeten Datensatz – mit teils sehr geringen Artenzahlen – geeignet.

Mit stärkerer Artenreduktion nimmt nach dieser Analyse die Diversität der erfassten Makrophyten ab. Am deutlichsten ist die Korrelation bei der Artenzahl S sichtbar (Abbildung 37)

Werden die Diversitätsparameter nicht auf der Basis der Biomassedaten sondern auf der Basis von Transekterhebungen (bewachsene Fläche) berechnet, bei der insgesamt deutlich weniger Arten erfasst werden, zeigen sich trotzdem dieselben generellen Muster (Pearson r: -0.27 bis -0.33).

Tabelle 21: Korrelationen (mit Korrelationskoeffizient „r“) der BALCOSIS-Bewertungsparameter „Artenreduktion“ und „Fucus-Tiefe“ mit den Diversitätsparametern Artenzahl „S“, Simpson-Diversität „D“, Equitability/Evenness „E“, Shannon-Diversität „H“ und Pilou-Evenness „J“.

			Artenzahl S	Simpson D	[Evenness E]	Shannon H	Pilou J
Biomasse	Artenreduktion	r =	-0.51	-0.19	[0.46]	-0.28	-0.37
		p =	0.001	<0.001	[0.001]	<0.001	0.001
	<i>Fucus</i> -Tiefe	r =	0.33	0.17	[-0.32]	0.23	0.27
		p =	<0.001	0.001	[<0.001]	<0.001	<0.001
Transekt	Artenreduktion	r =	-0.27	-0.32	[0.09]	-0.33	-0.29
		p =	<0.001	<0.001	0.083	<0.001	<0.001
	<i>Fucus</i> -Tiefe	r =	0.18	0.13	[-0.20]	0.15	0.15
		p =	0.001	0.015	[<0.001]	0.004	0.004

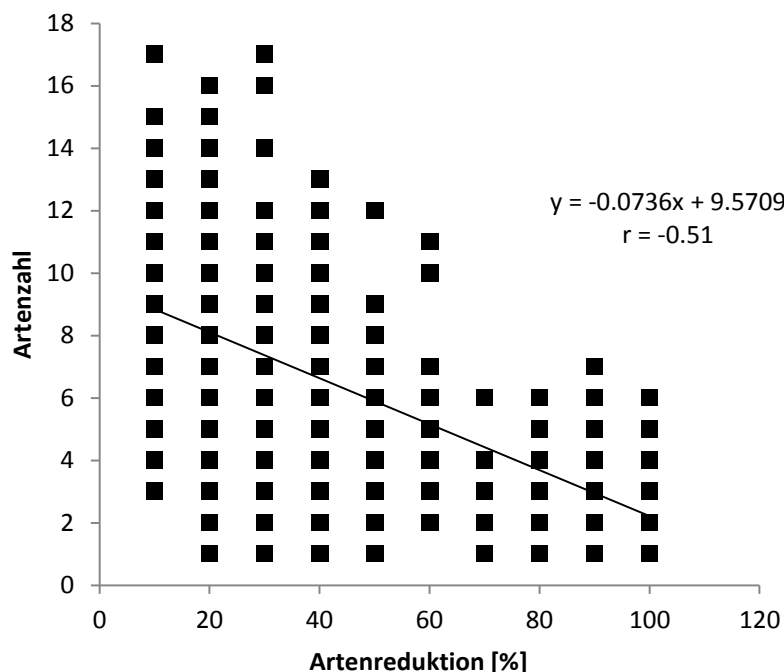


Abbildung 37: Verhältnis der Makroalgen-Artenzahl zur Reduktion typischer Makroalgenarten (BALCOSIS-Bewertungsparameter „Artenreduktion“) zur an der jeweiligen Station. Artenzahl ermittelt nach BALCOSIS Biomasseerhebungen aus Kratzproben in 0-2m und 5-7m Wassertiefe.

Bewertung des BALCOSIS-Bewertungsparameters „Fucus-Tiefe“

Wie beim Bewertungsparameter „Artenreduktion“ korrelieren alle fünf auf der Basis von Biomasseerhebungen in elf WRRL-Wasserkörpern berechneten Diversitätsparameter signifikant ($p \leq 0.001$, Tabelle 21) mit dem BALCOSIS-Bewertungsparameter „Fucus-Tiefe“. Aus den oben beschriebenen Gründen korreliert Equitability/Evenness „E“ wieder mit gegenüber den anderen vier Diversitätsparametern umgekehrtem Vorzeichen mit „Fucus-Tiefe“ (Pearson r : -0.32) und ist demnach nicht für den hier verwendeten Datensatz geeignet.

Die Grad des linearen Zusammenhangs zwischen der „Fucus-Tiefe“ und den übrigen vier Diversitätsparametern ist aufgrund großer Streuung generell etwas niedriger als bei der „Artenreduktion“ (Pearson r : 0.17 – 0.33). Dennoch nimmt die in dieser Analyse berechnete Biodiversität der Makroalgen mit größerer „Fucus-Tiefe“ generell zu. Am ehesten ist die insgesamt schwache Korrelation wieder bei der Artenzahl S sichtbar (Pearson r : 0.33, Abbildung 38).

Im Falle von auf der Basis von Transekterhebungen (bewachsene Fläche) berechneten Diversitätsparameter zeigen sich wieder dieselben generellen Muster wie bei der Berechnung auf Biomassedaten – und wiederum mit stärkerer Streuung (Tabelle 21, Pearson r : 0.13 – 0.18)

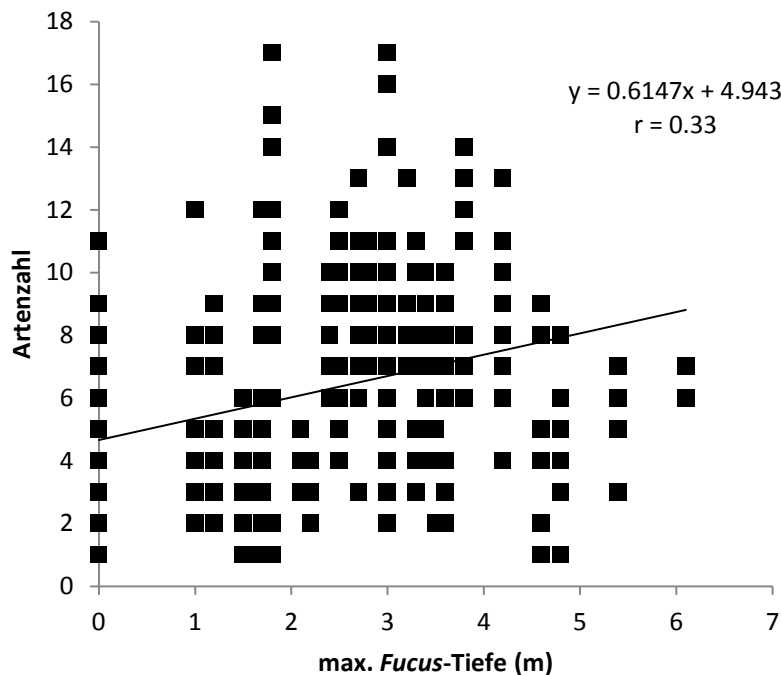


Abbildung 38: Verhältnis der Makroalgen-Artenzahl zur maximalen Verbreitungstiefe eines dichten *Fucus* spp.-Bestands (BALCOSIS-Bewertungsparameter „*Fucus*-Tiefe“) zur an der jeweiligen Station. Artenzahl ermittelt nach BALCOSIS Biomasseerhebungen aus Kratzproben in 0-2 m und 5-7 m Wassertiefe.

Diskussion Vergleich Diversitätsparameter

Beide BALCOSIS-Bewertungsparameter „*Fucus*-Tiefe“ und „Artenreduktion“ spiegeln nach dieser Analyse also durchaus die Biodiversität der Makroalgen in den jeweiligen Wasserkörpern wider, wenn diese anhand von wissenschaftlichen Diversitätsparametern betrachtet wird. Dieser Zusammenhang wird deutlicher, wenn die der Diversitätsberechnung zugrunde liegenden Daten gründlicher erhoben werden, also mehr der tatsächlich vorhandenen Artenerfasst werden.

Beide Parameter können demnach als Maß für die Diversität und im Sinne der MSRL als „Artenvielfalt“ bzw. „zwischenartliche Diversität“ an konkreten Standorten herangezogen werden, wenn die starke Streuung bei der Analyse nicht vernachlässigt wird. Darüber hinaus können die „Artenreduktion“ -da sie das Vorhandensein lokal typischer Arten bewertet- und die „*Fucus*-Tiefe“ -da hiermit eine strukturgebende Gattung des Habitats erfasst wird- zur Bewertung der „Biologischen Vielfalt“ im Sinne der MSRL beitragen.

Da jedoch die Vorhersagbarkeit der Invertebratendiversität und damit der Gesamtdiversität anhand des Zustands der Makrophytengemeinschaft begrenzt ist (siehe oben 7.2.3.3), kann die Erhebung dieser Makrophyten-Parameter nicht die zusätzliche Erfassung der Fauna ersetzen.

7.4 Ergebnisse Modul 4: Koordination auf regionaler Ebene

Ostsee: Für die Ostsee wurde ein internationaler Abstimmungsprozess im Rahmen der Projekte HELCOM CORESET und TARGREV begonnen. Im Rahmen von CORESET II wurden Kernindikatoren (und Vor-Kernindikatoren) zur Bewertung der Meeresumwelt der Ostsee benannt (siehe Anhang II), deren Monitoring, Bewertung und Datenverarbeitung/-übermittlung derzeit diskutiert sowie (Wissens-)Lücken und Herausforderungen dabei benannt werden.

Nordsee: Derzeit gibt es für die OSPAR-Region (u. a. Nordsee) die Korrespondenzarbeitsgruppe „ICG-MSFD“, die koordinierenden Arbeiten zur MSRL im Bereich des Nordostatlantiks übernehmen soll, sowie die „ICG-COBAM“ (Coordination of Biodiversity Assessment and Monitoring) für die regionale Umsetzung der Biodiversitätsaspekte.

Allgemein wird eine Koordinierung und Harmonisierung zwischen OSPAR und HELCOM angestrebt, gestaltet sich aber schwierig (pers. Komm. K. Hoppe, IOW).

7.5 Ergebnisse Modul 5: Bilderatlas

Mit dem in diesem Projekt gewonnenen Bildmaterial sowie mit einigem Herbarmaterial wurde ein Bilderatlas erstellt, der bei zukünftigen Projekten im Feld als Hilfe für Bestimmungen von Makroalgen der schleswig-holsteinischen Ostseeküste herangezogen werden kann. Das Dokument ist nicht Teil dieses Berichts und wird separat zur Verfügung gestellt.

7.6 Fazit

Folgende Punkte wurden erarbeitet:

- Die im Zusammenhang eines Vergleichs der Monitoring-Ansprüche der Richtlinien relevanten Elemente der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL) und der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurden dargestellt.
- Bestehende WRRL-(Makrophyten- und MZB-)Monitoring-Programme wurden beschrieben und die Ansprüche der MSRL an solche Monitoring-Programme im Flachwasser wurden herausgearbeitet.
- Defizite der WRRL-Monitoring-Programme gegenüber MSRL-Ansprüchen wurden identifiziert, das Potential der Einbettung des LASH-Projekts diskutiert, und sowohl ein „erschöpfendes Monitoring“ als auch ein „Testmonitoring“ konzipiert. Das LASH-Projekt eignet sich nicht für die Erfassung jahreszeitlicher Variabilität der Makrophyten äußerer Küstengewässer. Während das „erschöpfende Monitoring“ alle Ansprüche der MSRL an Monitoring-Programme abdeckt, die auf der Ebene von WRRL-Wasserkörpern bzw. eines Bundeslandes abgedeckt werden können, bleiben im „Testmonitoring“ Aspekte unbeachtet.
- Ein Monitoring, das die „Defizite“ des BALCOSIS-Verfahrens gegenüber MSRL-Ansprüchen bezüglich Wassertiefe >10 m, jahreszeitlicher Varianz und Diversität ausgleicht, ist möglich (hier durchgeführt) aber sehr aufwendig: Das Testmonitoring

wurde in zwei WRRL-Wasserkörpern der s.-h. Ostseeküste etabliert. Die Wasserkörper wurden viermal beprobt.

Dabei wurde deutlich, dass Erhebungen der Makrophyten in größeren Tiefen, als im Rahmen von BALCOSIS durchgeführt (0 -7 m), -abhängigkeit vom Standort - erheblichen Informationsgewinn über den Zustand eines Gewässers liefern können. Denn, obwohl am Wasserkörper Außenschlei wenig zusätzliche Erkenntnisse zu gefunden wurden, konnten im Wasserkörper Neustädter Bucht in Tiefen >10 m Rotalgenbestände beprobt werden, die bei 5-7 m nicht gefunden wurden. Dies betrifft zum Teil auch charakteristische, repräsentative Arten gemäß BALCOSIS. Die Erhebungen der Makrophyten zu verschiedenen Jahreszeiten (0-7 m) lieferten dagegen nur geringen zusätzlichen Informationsgewinn.

- Eine Bewertung der hier beprobten Wasserkörper nach BALCOSIS kommt auf Basis der Testmonitoring-Daten bei denselben Stationen zu gleichen Ergebnissen wie auf Basis der BALCOSIS-eigenen Daten.
- Makrophyten als Biotopbildner: Die räumliche Ausdehnung von Makrophytenbeständen kann in der Ostsee nur unter extremem Aufwand (taucherisch und mit UW-Kameras) erfasst werden. Ein Kompromiss könnte in der Erfassung der unteren Phytalgrenze liegen (, deren Erhebung allerdings ebenfalls nicht trivial ist). Mit dieser könnten, gemeinsam mit der (regelmäßig zu verifizierenden) horizontalen (küstenparallelen) Ausbreitung der Bestände, Abschätzungen der flächigen Ausdehnung von Makrophyten-strukturierten Habitaten durchgeführt werden. Ein anderer Weg wäre die umfassende Side-Scan-Erfassung des steinigen Grunds, mit deren Hilfe die Ergebnisse aus Greifer- und UW-Videobeprobungen auf (bezüglich Tiefe, Substrat, Strömung/Exposition und Nährstoffversorgung) vergleichbare Bereiche extrapoliert werden könnten.
- Defizite im Bereich der Bewertung des Umweltzustands auf Ökosystemebene und bezüglich der Vergleichbarkeit bzw. Standardisierung der Überwachungsverfahren und der Kohärenz, Vergleichbarkeit, Aggregationsfähigkeit und Vermeidung von Redundanz der erhobenen Informationen in und zwischen den Meeres(unter)regionen wurden identifiziert. Jedoch werden im Rahmen dieses Projekt keine Lösungsvorschläge erarbeitet.
- Vergleich verschiedener Diversitätsbegriffe: Beide BALCOSIS-Bewertungsparameter „*Fucus*-Tiefe“ und „Artenreduktion“ spiegeln nach dieser Analyse bei starker Streuung durchaus die Biodiversität der Makroalgen in den jeweiligen Wasserkörpern. Da sie zudem das Vorhandensein lokal typischer Arten bewerten bzw. mit ihnen eine strukturgebende Gattung des Habitats erfasst wird, können beide Parameter demnach als ein Maß für die Diversität küstennaher Makrophytengemeinschaften werden und so eine wichtige Rolle bei der Erfassung des Umweltzustands gemäß MSRL spielen (D1 biologische Vielfalt, D2 Neobiota, D4 Nahrungsnetze, D5 Eutrophierung, D6 Meeresgrund). Das Makroalgenmonitoring kann jedoch nur einen Anhaltspunkt für die Gesamtdiversität darstellen und ein zusätzliches Monitoring der Fauna nicht ersetzen.

- Das BALCOSIS-Verfahren kann/könnte also einen wichtigen Beitrag zum MSRL-Makrophyten-Monitoring leisten.
- Aktuelle Ansätze zur Koordination der MSRL-Aktivitäten auf der Ebene der Meeres(unter)regionen Ostsee und Nordsee wurden kurz dargestellt.

Dank geht an:

Informationen über die Grundbeschaffenheit am Brodtener Ufer:

Dr. Ivo Bobsien (LLUR)

Detail-Informationen über die Datenerhebungen im BALCOSIS-Verfahren, sowie aktuelle BALCOSIS-Daten:

Fa. MARILIM

Forschungstaucher:

Prof. Dr. Martin Wahl (GEOMAR), Dr. Rolf Karez (LLUR), Dr. Yvonne Sawall (GEOMAR), Dr. Christian Pansch (GEOMAR), Dr. Sven Rohde (Uni Oldenburg), Christian Lieberum (GEOMAR), Fabian Schuster (GEOMAR), Feiko Wilkes (CAU), Tobias Höhne (CAU), Jana Ulrich (CAU), Imke Podbielski (GEOMAR), Björn Thoma, Tom Pullwitt (CAU)

Fauna-Taxonomie:

Renate Schütt (GEOMAR)

Vollrath Wiese, Haus der Natur, Cismar (Mollusca-Taxonomie)

8 Quellen

- 92/43/EWG (1992): Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie). Der Rat der Europäischen Gemeinschaften: 44 S.
- 2000/60/EG (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie). Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union: 83 S.
- 2008/56/EG (2008): Richtlinie 2008/56/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Juni 2008 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Meeresumwelt (Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie). Das Europäische Parlament und der Rat der Europäischen Union: 22 S.
- BfN (2008): Artensteckbriefe von See- und Wasservögeln der deutschen Nord- und Ostsee - Verbreitung, Ökologie und Empfindlichkeiten gegenüber Eingriffen in ihren marinen Lebensraum. Naturschutz und Biologische Vielfalt. 59. Bonn - Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz: 437 S.
- BLANO (2012a): Anfangsbewertung der deutschen Nordsee nach Artikel 8 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Stand 13. Juli 2012. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO), Bonn: 96 S.
- BLANO (2012b): Anfangsbewertung der deutschen Ostsee nach Artikel 8 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Stand 13. Juli 2012. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO), Bonn: 97 S.
- BLANO (2012c): Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Nordsee nach Artikel 9 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Stand 13. Juli 2012. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO), Bonn: 97 S.
- BLANO (2012d): Beschreibung eines guten Umweltzustands für die deutsche Ostsee nach Artikel 9 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Stand 13. Juli 2012. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO), Bonn: 97 S.
- BLANO (2012e): Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Nordsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Stand 13. Juli 2012. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO), Bonn: 97 S.
- BLANO (2012f): Festlegung von Umweltzielen für die deutsche Ostsee nach Artikel 10 Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie. Stand 13. Juli 2012. Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie Bund/Länder-Ausschuss Nord- und Ostsee (BLANO), Bonn: 97 S.
- Bock, G. (2009): Aspekte des Rückganges von *Fucus vesiculosus* in der Westlichen Ostsee - Projekt LASH+Grazer. Teil I: Tiefenverbreitung von Makroalgen der Ostsee. Abschlussbericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR). IFM-GEOMAR, Kiel: 54 S.
- Boos, K., Beermann, J., Reichert, K. & Franke, H.-D. (2009): Zeigereigenschaften Makrozoobenthos (MZB) - Helgoland. Entwicklung eines Bewertungsverfahrens nach WRRL: Helgoland-MarBIT-Modul. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU). Flintbek: 196 S.
- Brenk, V. (2003): Verschmutzung der Nord- und Ostsee durch die Seeschifffahrt. In: J. L. Lozan, E. Rachor, K. Reise, J. Sündermann & H. V. Westerhagen (Bearb.): Warnsignale aus

Nordsee & Wattenmeer - Eine aktuelle Umweltbilanz. Hamburg (Wissenschaftliche Auswertungen): 107-113.

- Brodie, J. Maggs, C.A. & John, D.M. (2007): Green Seaweeds of Britain and Ireland. British Phycological Society: 242 S.

- Diaz, R. J. & Rosenberg, R. (2008): Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. Science 321(5891): 926-929.

- Dixon, P.S. & Irvine, L.M. (1995): Seaweeds of the British Isles. Vol. 1 Rhodophyta. Part 1 Introduction, Nemaliales, Gigartinales. The Natural History Museum: 252 S.

- Dolch, T., Buschbaum, C. & Reise, K. (2009): Seegras-Monitoring im Schleswig-Holsteinischen Wattenmeer 2008. Bericht für das Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein. Flintbek: 95 S.

- EU_KOM (2010): Beschluss Der Kommission vom 1. September 2010 über Kriterien und methodische Standards zur Feststellung des guten Umweltzustands von Meeresgewässern (Bekannt gegeben unter Aktenzeichen K(2010) 5956), Die Europäische Kommission: 11.

- Fürhaupter, K. & Meyer, T. (2009): Handlungsanweisung zum Monitoring in den äußeren Küstengewässern der Ostsee nach den Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Qualitätskomponente Makrophyten. BALCOSIS-Verfahren. Bearbeitungsstand 31. März 2009. Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) Schleswig-Holstein und Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie (LUNG) Mecklenburg-Vorpommern. MariLim, Schönkirchen: 38 S.

- Fürhaupter, K., Wilken, H., Berg, T. & Meyer, T. (2006): Praxistest zum Makrophytenmonitoring in Schleswig-Holstein: (2006). Abschlussbericht für das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU). MariLim, Flintbek: 321 S.

- Fürhaupter, K., Wilken, H. & Meyer, T. (2007): WRRM-Makrophytenmonitoring in den äußeren Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2007). Bericht an das Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU). MariLim GmbH, Schönkirchen: 147 S.

- Fürhaupter, K., Wilken, H. & Meyer, T. (2008): Kartierung mariner Pflanzenbestände im Flachwasser der Ostseeküste - Schwerpunkt *Fucus* und *Zostera*: Außenküste der schleswig-holsteinischen Ostsee und Schlei. Abschlussbericht für das LLUR-SH. MariLim, Flintbek: 310 S.

Fürhaupter, K., Pehlke, C., Wilken, H. & Meyer, T. (2012): WRRM-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2012). Bericht für das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR). MariLim GmbH, Schönkirchen: 115 S.

- Ginzky, H. (2010): Die Meerestrategie-Rahmenrichtlinie. Anforderungen für die Fortentwicklung des Meeresumweltschutzes? Präsentation 30.06.2010: EU-Gesetzgebung - Gefahr oder Chance für den Gewässerschutz? Berlin.

- Heyer, K. (2006): Anpassung des AMBI-Bewertungsverfahrens an das schleswig-holsteinische Watt. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU). Flintbek: 94 S.

- Heyer, K. (2009): Bestimmung von deutschen Referenzwerten für das 'M-AMBI-Bewertungsverfahren' und Neuberechnung der Daten des NLWKN Praxistests sowie der Hamburger und Schleswig-Holsteiner Monitoringstationen. Bericht im Auftrag des NLWKN. 53 S.

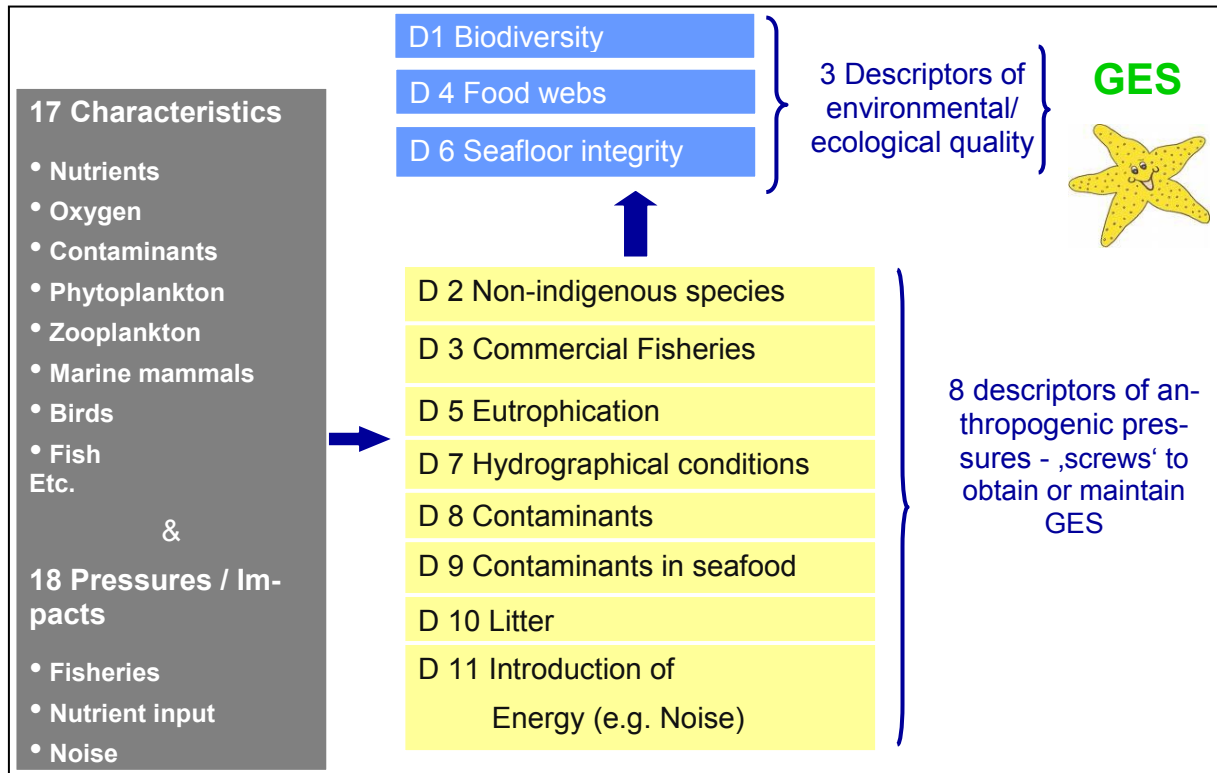
- Hiebenthal, C. (2006): Ausbringung von Hartsubstrat als Ausgleichsmaßnahme im marinen Bereich II. Abschlussbericht an das Landesamt für Natur und Umwelt (LANU). IFM-GEOMAR, Kiel: 27 S.
- Hiebenthal, C., Blöcher, N., Krause, J. & Rumohr, H. (2012): Steckbriefe der Lebensraumtypen / Biotope ("Ästuarien", "Küstenlagunen", "Flache große Meeresarme und -buchten (Flachwasserzonen)", "Vegetationsfreies Schlick-, Sand- und Mischwatt", "Sandbänke mit nur schwacher ständiger Überspülung", "Riffe", "Seegraswiesen", "Makrophytenbestände", "Miesmuschelbänke", "Seefedern und Grabende Megafauna", "Sabellaria-Riffe", "Schillgründe", "Kiesgründe mit Ophelia-Arten" und "Küstenfernes Tiefenwasser unterhalb der Halokline"). In: I. Narberhaus, J. Krause & U. Bernitt (Bearb.): Bedrohte Biodiversität in der deutschen Nord- und Ostsee - Empfindlichkeiten gegenüber anthropogenen Nutzungen und den Effekten des Klimawandels. Naturschutz und Biologische Vielfalt 116. Bonn-Bad Godesberg (Bundesamt für Naturschutz): 43-221.
- ICES (2008): Assessment of the impact of fisheries on the marine environment of the OSPAR maritime area. ICES Advice 2008. Kopenhagen: 78 S.
- Kornmann, P. & Sahling, P.-H. (1983): Meeresalgen von Helgoland. Sonderdruck aus Helgoländer wissenschaftliche Meeresuntersuchungen 29, 1-289 (1977): 289 S.
- Krause, J., Narberhaus, I., Knefelkamp, B. & Claussen, U. (2011): Die Vorbereitung der deutschen Meeresstrategien - Leitfaden zur Umsetzung der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (MSRL-2008/56/EG) für die Anfangsbewertung, die Beschreibung des guten Umweltzustands und die Festlegung der Umweltziele in der deutschen Nord- und Ostsee, ARGE BLMP: 30.
- Kühlenkamp, R., Schubert, P. & Bartsch, I. (2009): Marines Monitoring Helgoland - Benthosuntersuchungen gemäß Wasserrahmenrichtlinie: Handlungsanweisung Makrophytobenthos. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU). Flintbek: 38 S.
- Lozan, J. L., Lampe, R., Matthäus, W., Rachor, E., Rumohr, H. & Westernhagen, H. v. (1996): Warnsignale aus der Ostsee: Ein Überblick. In: J. L. Lozan, R. Lampe, W. Matthäus, E. Rachor, H. Rumohr & H. v. Westernhagen (Bearb.): Warnsignale aus der Ostsee - Wissenschaftliche Fakten Berlin (Parey Buchverlag): 150-157.
- Maggs, C. & Hommersand, M.H. (1993): Seaweeds of the British Isles. Vol. 1 Rhodophyta. Part 3A Ceramiales. The Natural History Museum: 444 S.
- Marencic, H. & de Vlas, J. (2010): The Wadden Sea - Protection and Management - Quality Status Report 2009. Thematic Report No. 1. Wadden Sea Ecosystem No. 25(01.08.2010).
- Meyer, T., Berg, T. & Fürhaupter, K. (2008): Ostsee-Makrozoobenthos-Klassifizierungssystem für die Wasserrahmenrichtlinie. Referenz-Artenlisten, Bewertungsmodell und Monitoring. MariLim, Schönkirchen: 131 S.
- Meyer, T., Reincke, T., Fürhaupter, K. & Krause, S. (2005): Ostsee-Makrozoobenthos-Klassifizierungssystem für die Wasserrahmenrichtlinie. Bericht im Auftrag des Landesamtes für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (LANU). Flintbek: 73 S.
- Muxika, I., Borja, A. & Bald, J. (2007): Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. Mar. Poll. Bull. 55(1-6): 16-29.
- Nielsen, R. et al. (eds) (1995): Distributional index of the benthic macroalgae of the Baltic Sea. Botanica Acta Fennica 155 (1995): 1-51 S.

- Nixon, S. W. (1995): Coastal Marine Eutrophication - a Definition, Social Causes, and Future Concerns. *Ophelia* 41: 199-219.
- Pankow, H. (1971): Algenflora der Ostsee. 1. Benthos. VEB Gustav Fischer Verlag Jena: 419 S.
- Pehlke, C., Wilken, H., Fürhaupter, K. & Meyer, T. (2012): WRRL-Makrophytenmonitoring in den Küstengewässern Schleswig-Holsteins (2011). bericht an das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein (LLUR). MariLim GmbH, Schönkirchen: 95 S.
- Pfaff, M. C., Hiebenthal, C., Molis, M., Branch, G. M. & Wahl, M. (2010): Patterns of diversity along experimental gradients of disturbance and nutrient supply - the confounding assumptions of the Intermediate Disturbance Hypothesis. *African Journal of Marine Science* 32(1): 127-135.
- Rachor, E., Bönsch, R., Boos, K., Gosselck, F., Grotjahn, M., Günther, C.-P., Gusky, M., Gutow, L., Heiber, W., Jantschik, P., Krieg, H.-J., Krone, R., Nehmer, P., Reichert, K., Reiss, H., Schröder, A., Witt, J. & Zettler, M. L. (im Druck): Rote Liste der bodenlebenden wirbellosen Meerestiere. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70(2). Bonn-Bad Godesberg, Bundesamt für Naturschutz: xx S.
- Reimers, H. C. (2005): Typologie der Küstengewässer der Nord- und Ostsee. In: P. Feldens (Bearb.): Typologie, Bewertung, Management von Oberflächengewässern. *Limnologie aktuell* Band 11. Stuttgart (Schweizerbart): 37-45.
- Schories, D., Selig, U. & Schubert, H. (2006): Testung des Klassifizierungsansatzes Mecklenburg-Vorpommern (innere Küstengewässer) unter den Bedingungen Schleswig-Holsteins und Ausdehnung des Ansatzes auf die Außenküste. *Küstengewässer-Klassifizierung deutsche Ostsee nach EU-WRRL. Teil A: Äußere Küstengewässer. Stand 16.3.2006.* 187 S.
- Schroeder, A., Gutow, L. & Gusky, M. (2008): Auswirkungen von Grundschleppnetzfishereien sowie von Sand- und Kiesabbauvorhaben auf die Meeresbodenstruktur und das Benthos in den Schutzgebieten der deutschen AWZ der Nordsee. Abschlussbericht Fishpact. Bundesamt für Naturschutz, Bremerhaven: 126 S.
- Schubert, H., C. Blümel, Eggert, A., Rieling, T., Schubert, M. & Selig, U. (2003): Entwicklung von leitbildorientierten Bewertungsgrundlagen für innere Küstengewässer der deutschen Ostseeküste nach der EU-WRRL (Förderkennzeichen. 0330014). FORSCHUNGSBERICHT zum BMBF Projekt ELBO. UNIVERSITÄT ROSTOCK Institut für Aquatische Ökologie, Rostock: 183 S.
- Schwarzer, K. & Feldens, P. (2010): Seitensichtsonar-Kartierung der Abrasionsplattform seewärts des Brodtener Ufers (Lübecker Bucht). Abschlussbericht CAU, Kiel: 27 S.
- Selig, U., Marquardt, R. & Porsche, C. (2008): Vorläufige Handlungsanweisung zur Erfassung der Angiospermen der Deutschen Ostseeküste - Bewertung entsprechend der Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie. Stand: 28.4.2008. Bericht für das LUNG-MV. 21 S.
- Siebert, U., Wünschmann, A., Weiss, R., Frank, H., Benke, H. & Frese, K. (2001): Post-mortem findings in harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) from the German North and Baltic Seas. *J Comp. Path.* 124: 102-114.
- Sutton, G. & Boyd, S., (Hrsg.) (2009): Effects of extraction of marine sediments on the marine environment 1998 – 2004. ICES Cooperative Research Report No. 297. Copenhagen, International Council for the Exploration of the Sea: 180 S.

- v. Weber, M. (2005): Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in den Küstengewässern Mecklenburg-Vorpommerns
- Results of the status quo analysis 2004 for the implementation of the Water Framework Directive (WFD) in the Mecklenburg-Western Pomeranian coastal waters. Rostock. Meeresbiolog. Beitr. 14: 7-15.
- Vinther, M. & Larsen, F. (2004): Updated estimates of harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) bycatch in the Danish North Sea bottom-set gillnet fishery. J. Cetacean. Res. Manage. 6: 19-24.
- Water and Marine Director of Germany (2010): Synergies between the Water Framework Directive (WFD) and the Marine Strategy Framework Directive (MSFD) - First Proposals to use WFD Approaches for the Implementation of the MSFD. Papier zur Präsentation auf dem Treffen der europäischen Marine Directors am 28. Mai 2010. Serovia, Spanien: 8 S.
- Werner, F., Arntz, W. E. & Tauchgruppe_Kiel (1974): Sedimentologie und Ökologie eines ruhenden Riesenrippelfeldes - Beitrag Br. 36 aus dem Sonderforschungsbereich 95 der Universität Kiel „Wechselwirkung Meer - Meeresboden“. Meyniana 26: 39-62.

ANNEX

Anhang I: Deskriptoren des Guten Umweltzustandes (aus Wa-
ter and Marine Director of Germany (2010), nach Anhang
I MSRL) .



Anhang II: Kern- und weitere Indikatoren nach aktuellem Diskussionsstand im Rahmen des HELCOM-Projekts CORESET II (November 2013) für die Bewertung der Meeresumwelt der Ostsee auf Ebene der Meeres(unter-)region nach MSRL.

	Core indicators	Pre-core indicators	Candidate indicators	Candidate Pressure Indicators
1.	Population growth rate, abundance and distribution of marine mammals	Number of waterbirds being oiled annually	Macrophyte depth distribution	Waterborne inputs of nitrogen, including riverine inputs and direct inputs to the Baltic Sea with the use of revised load reduction targets (CARTs) as targets (Pollution Load Compilations and work of HELCOM LOAD for nutrient input core indicators)
2.	Pregnancy rates of the marine mammals	Lower depth distribution limit of macrophyte species	Biomass ratio of opportunistic and perennial macroalgae	Atmospheric deposition of nitrogen in the Baltic Sea with the use of revised load reduction targets (CARTs) as targets (EMEP cooperation)
3.	Nutritional status of seals	Cumulative impact on benthic habitats	Cladophora length	Waterborne inputs of phosphorus, including riverine inputs and direct inputs to the Baltic Sea with the use of revised load reduction targets (CARTs) as targets (Pollution Load Compilations and work of HELCOM LOAD for nutrient input core indicators)
4.	Number of drowned mammals and waterbirds in fishing gears	Extent and distribution of benthic biotopes	Ratio of diatoms and dinoflagellates	Waterborne inputs organic matter (Pollution Load Compilations)
5.	White-tailed eagle productivity	Pharmaceuticals: Diclofenac, EEA2 (+E1, E2, E3 + in vitro yeast essay)	Ratio of autotrophic and heterotrophic organisms	Fishing effort by specific gears
6.	Abundance of waterbirds in the wintering season	Lysosomal Membrane Stability – a toxic stress indicator	Frequency and intensity of cyanobacterial blooms	Integrated status of contaminants in fish species
7.	Abundance of waterbirds in the breeding season	Fish Disease – a fish stress indicator	Offshore fish populations and communities	Distribution and intensity of underwater and above-water noise
8.	Abundance of key fish species	Micronuclei test – a genotoxicity indicator	Fish community trophic index	Fishing mortality in the fish stocks

9.	Abundance of fish key functional groups	Reproductive disorders: Malformed eelpout and amphipod embryos	Blue mussel cover	(Marine litter) added based on GEAR5/2013 discussion
10.	Proportion of large fish in the community		Seasonal succession of functional phytoplankton group	
11.	Abundance of sea trout spawners and parr		Phytoplankton diversity	
12.	Abundance of salmon spawners and smolt		Zooplankton species diversity	
13.	Zooplankton mean size and total abundance		Fatty-acid composition of seals as measure of food intake composition	
14.	State of the soft-bottom macrofauna communities		Biomass of copepods	
15.	Population structure of long-lived macrozoobenthic species		Biomass of microphagous mesozooplankton	
16.	Trends in arrival of new non-indigenous species		Mean zooplankton size	
17.	Red-listed benthic biotopes		Zooplankton-phytoplankton biomass ratio	
18.	Polybrominated biphenyl ethers (PBDE): BDE-28, 47, 99, 100, 153 and 154		Alkylphenols (nonylphenol and octylphenol)	
19.	Hexabromocyclohexane (HBCD)		Vitellogenin induction	
20.	Perfluorooctane sulphonate (PFOS)		Acetylcholin-esterase inhibition	
21.	Polychlorinated biphenyls (PCB) and dioxins and furans: CB-28, 52, 101, 118, 138, 153 and 180:		EROD/CYP1A (Ethoxyresorufin-O-deethylase) induction	

	WHO-TEQ of dioxins, furans –dl-PCBs			
22.	Polyaromatic hydrocarbons and their metabolites: US EPA 16 PAHs / selected metabolites			
23.	Metals (lead, cadmium and mercury)			
24.	Radioactive substances: Caesium-137 in fish and surface waters			
25.	Tributyltin (TBT) and imposex			

Anhang III: Ausführliches Tauchprotokoll September 2012 – September 2013

Datum	Standort	Tauchplatz	Koordinaten N	Koordinaten E	Tiefe	Beginn	Ende	Steine beprob	Kommentar
05.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B1	54°00,837'	10°50,929'	15m	09:08	09:20	-	Exploration, Schlick, keine Steine
05.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B2	54°01,656'	10°54,436'	15m	09:47	09:59	-	Exploration, Sand und wenige Steine (meist < 20 Ø)
05.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B2	54°01,656'	10°54,436'	15m	10:20	11:01	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (mit Trage- und Hebesack), Rotalgen treibend und auf Steinen, <i>Modiolus</i> , <i>Astarte</i> , <i>Arctica</i> (?), <i>Asterias</i> , Nackt- schnecke, gelber Schwamm
05.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B3	54°00,791'	10°51,810'	10m	14:37	14:51	-	Exploration, Sand, keine Steine
05.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B4	54°00,775'	10°53,468'	10m	15:10	15:22	-	Exploration, Sand und viele Steine (> 20 Ø)
05.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B4	54°00,775'	10°53,468'	10m	15:35	16:05	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (mit Trage- und Hebesack), Rotalgen treibend und auf Steinen, <i>Littorina</i> , <i>Asterias</i> , Nacktschnecke, gelber Schwamm
06.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff (Ivo 13: "sehr viele Steine")	B5	54° 0.514'N	10° 52.170'E	7.7m(!)	08:37	08:47	-	zu tief
06.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff (WRRL BRO 5-7m)	B6	54° 0.198'N	10° 51.994'E	6m	09:05	09:17	-	MIESMUSCHELDOMINIERT
06.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	09:27	09:35	-	Miesmuscheln mit wenig Algen
06.09.2012	Brodter Ufer/	B8	53° 59.650'N	10° 53.055'E	5.4m	09:45	09:46	-	<i>geschnorchelt</i> ,

06.09.2012	Steinriff Brodter Ufer/ Steinriff	B9	53° 59.503'N	10° 53.635'E	5.5m	09:54	09:55	-	MIESMUSCHEL DOMINIERT <i>geschnorchelt</i> , MIESMUSCHEL DOMINIERT <i>geschnorchelt</i> , MIESMUSCHEL DOMINIERT
06.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B10	53° 59.985'N	10° 52.771'E	6m	10:09	10:10	-	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (mit Trage- und Hebesack), Miesmu- scheln mit wenig Algen
06.09.2012	Brodter Ufer/ Steinriff	B7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	10:20	11:00	5	<i>geschnorchelt</i> , <u>Steine fotografiert und entnommen</u> , fotografieren in Zukunft besser mit Tauchgerät, <i>Fucus</i> mit weni- gen Rotalgen, Seegras, <i>Mytilus</i> , <i>Asteri- as</i> , <i>Littorina</i> , <i>Idothea</i>
06.09.2012	Neustadt (WRRL NST 0-2m)	B11	54° 5.295'N	10° 50.736'E	1m	13:15	13:45	5	
07.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei	S1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	15:40	16:15	-	Exploration, Sand, viele Steine (> 20 Ø), viele Makrophyten, sehr viele <i>Carcinus</i> , Fische
07.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei	S1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	16:25	17:00	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (mit Trage- und Hebesack), Stei- ne/Kies/Sand/Lehm mit vielen Makro- Rotalgen
08.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 15m)	S2	54° 41.422'N	10° 7.254'E	15m	08:45	09:10	-	Exploration, weniger <i>Carcinus</i>
08.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 15m)	S2	54° 41.422'N	10° 7.254'E	15m	09:25	10:01	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (mit Trage- und Hebesack), Stei- ne/Kies/Sand/Lehm mit vielen Makro- Rotalgen
08.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 11m)	S3	54° 41.432'N	10° 5.175'E	10m	11:07	11:22	-	Exploration

08.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 11m)	S3	54° 41.432'N	10° 5.175'E	10m	11:37	12:17	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (mit Trage- und Hebesack), Stei- ne/Kies/Sand/Lehm mit vielen Makro- Rotalgen, <i>Ciona</i> , Schwämme, <i>Carcinus</i> , <i>Asterias</i>
08.09.2012	Schleimünde/ Außenschlei (WRR L AUS 0-2m)	S4	54° 41.888'N	10° 1.633'E	2.5m	14:23	15:10	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> , Steine/Kies/Sand/Lehm mit vielen Makroalgen (<i>Fucus serratus</i> + <i>vesiculo-</i> <i>sus</i>), Rotalgen, inkl. <i>Dasia</i> , Seegras.
[20.03.2013	Schleimünde/ Außenschlei	S1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	13:23	13:28	-	Wegen null Sicht abgebrochen.]
16.04.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	13:50	15:05	5	<u>Steine entnommen</u> (Kamera defekt, 2 Tauchgänge) ALGENDOMINIERT!
22.04.2013	Neustadt (WRR L NST 0-2m)	B11	54° 5.295'N	10° 50.736'E	1m	12:00	13:00	5	<i>geschnorcht</i> , <u>Steine entnommen</u> (null Sicht)
17.04.2013	Schleimünde/ Außenschlei	S1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	12:25	14:00	5	<u>Steine entnommen</u> (Kamera defekt)
17.04.2013	Schleimünde/ Außenschlei (WRR L AUS 0-2m)	S4	54° 41.888'N	10° 1.633'E	2.5m	13:35	14:15	5	<u>Steine entnommen</u> (Kamera defekt)
27.05.2013	Neustadt (WRR L NST 0-2m)	B11	54° 5.295'N	10° 50.736'E	1m	15:35	16:15	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
28.05.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B2	54°01,656'	10°54,436'	15m	08:40	09:43	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> (2 Tauchgänge)
28.05.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B4	54°00,775'	10°53,468'	10m	10:44	11:14	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
28.05.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	13:45	14:10	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> ALGENDOMINIERT! Wenige Miesmu- scheln, viele tote Muscheln

29.05.2013	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 15m)	S2	54° 41.422'N	10° 7.254'E	15m	13:45	14:25	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
29.05.2013	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 11m)	S3	54° 41.432'N	10° 5.175'E	10m	15:15	15:40	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
29.05.2013	Schleimünde/ Außenschlei (WRRRL AUS 0-2m)	S4	54° 41.888'N	10° 1.633'E	2.5m	16:18	16:40	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
30.05.2013	Schleimünde/ Außenschlei	S1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	08:15	09:05	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
08.07.2013	Neustadt (WRRRL NST 0-2m)	B11	54° 5.295'N	10° 50.736'E	1m	15:20	16:35	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
09.07.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B2	54°01,656'	10°54,436'	15m	08:50	09:25	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
09.07.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B4	54°00,775'	10°53,468'	10m	10:15	10:45	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
09.07.2013	Brodter Ufer/ Steinriff	B7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	13:40	14:15	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u> ALGENDOMINIERT! viele Miesmuschel- Siedler (2-3mm)
10.07.2013	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 15m)	S2	54° 41.422'N	10° 7.254'E	15m	13:40	14:20	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
10.07.2013	Schleimünde/ Außenschlei (LASH+ 11m)	S3	54° 41.432'N	10° 5.175'E	10m	15:20	15:50	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
10.07.2013	Schleimünde/ Außenschlei	S1	54° 41.923'N	10° 2.373'E	5.5m	16:35	17:00	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
11.07.2013	Schleimünde/ Außenschlei	S5	54° 42.010'N	10° 2.128'E	6m	08:35	09:00	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>

(WRRL AUS 5-7m)

11.07.2013	Schleimünde/ Außenschlei (WRRL AUS 0-2m)	S4	54° 41.888'N	10° 1.633'E	2.5m	09:23	09:45	5	<u>Steine fotografiert und entnommen</u>
------------	--	----	--------------	-------------	------	-------	-------	---	--

Sept 2013	Brotener Ufer/ Steinriff	B7	53° 59.937'N	10° 52.969'E	6.5m	12:20	12:50	-	<u>Nur Fotografie / Video</u>
-----------	-----------------------------	----	--------------	--------------	------	-------	-------	---	-------------------------------

Anhang IV: Makroalgenarten bzw. -gattungen der untersuchten Wasserkörper (Neustädter Bucht: „BRO/NST“, Außenschlei: „AUS“). Angaben über Lebensdauer nach Pankow, 1990. Einordnung als Opportunist nach WRRL Handlungsanweisung.

TAXON	AUTOR	BRO/NST	AUS	perennierend	annuell	Opportunist
<i>Chaetomorpha linum</i>	(O.F. Müller) Kütz- zing, 1845		x		x	x
<i>Chaetomorpha me- lagonium</i>	(F. Weber & D. Mohr) Kützing, 1845	x	x		x	x
<i>Cladophora sp.</i>	Kützing, 18436	x	x		x	x
<i>Monostroma gre- vellei</i>	(Thuret) Wittrock		x		x	x
<i>Ulva sp.</i>	Linnaeus		x		x	x
<i>Acrochaetium sp.</i>	Nägeli in Nägeli & Cramer, 1858		x		x	
<i>Aglaothamnion tenu- issimum</i>	(Bonnemaison) Feldmann-Mazoyer	x	x		x	x
<i>Ahnfeltia plicata</i>	(Hudson) Fries, 1836	x	x	x		
<i>Brongniartella byssoides</i>	(Goodenough & Woodward) F. Schmitz, 1893	x	x	(x**)	x(*)	
<i>Callithamnion co- rymbosum</i>	(Smith) Lynbye	x			x	x
<i>Ceramium tenuicor- ne</i>	(Kützing) Waern, 1852	x	x		x	x
<i>Ceramium virgatum</i>	Roth, 1797	x	x	x		x
<i>Coccotylus truncatus</i>	(Pallas) M.J. Wynne & J.N. Heine, 1992	x	x	x		
<i>Cystoclonium ripari- um</i>	(Hudson) Batters, 1902	x	x	(Basalteile)	x	
<i>Delesseria sangui- nea</i>	(Hudson) J.V. Lamouroux, 1813	x	x	x		
<i>Dumontia contorta</i>	(S.G. Gmelin) Ruprecht	x	x	x (Basalscheibe)		
<i>Fucellaria lumbricalis</i>	(Hudson) J.V. Lamouroux, 1813	x	x	x		

<i>Membranoptera alata</i>	(Hudson) Stackhouse, 1809		x	x		
<i>Phycodrys rubens</i>	(Linnaeus) Batters	x	x	x		
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>	(S.G. Gmelin) Newroth & A.L.A. Taylor	x	x	x		
<i>Polyides rotundus</i>	(Hudson) Gaillon, 1828	x	x	x		
<i>Polysiphonia elongata</i>	(Hudson) Sprengel, 1827	x	x	x		x
<i>Polysiphonia fibrillosa</i>	(Dillwyn Sprengel		x		x	x
<i>Polysiphonia fucooides</i>	(Hudson) Greville, 1824	x	x	x		x
<i>Polysiphonia nigra</i>	(Hudson) Batters	x	x	x		x
<i>Polysiphonia stricta</i>	(Hudson) Greville	x	x	x		
<i>Rhodochorton purpureum</i>	(Lightfoot) Rosenvinge		x	x		
<i>Rhodomela confervoides</i>	(Hudson) P.C. Silva, 1952	x	x	x		
<i>Scagelothamnion pusillum</i>	(Ruprecht) Athanasiadis	x	x		x	
<i>Spermothamnion repens</i>	(Dillwyn) Rosenvinge, 1924	x	x	x (kriechende Fäden)		x
<i>Chorda filum</i>	(Linnaeus) Stackhouse, 1797	x	x		x	

TAXON	AUTOR	BRO	AUS	perennierend	annuell	Opportunist***
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>	(Hudson) Greville	x	x		x	
<i>Ectocarpus siliculosus</i>	(Dillwyn) Lingbye, 1819		x		x	x
<i>Elachista fucicola</i>	(Velley) Areschoug, 1842	x	x		x	
<i>Fucus vesiculosus</i>	Linnaeus, 1753	x	x	x		
<i>Fucus serratus</i>	Linnaeus, 1753		x	x		
<i>Halosiphon tomentosus</i>	(Lyngbye) Jaasund	x			x	
<i>Saccharina latissima</i>	(Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders		x	x		
<i>Sphacelaria rigudula</i> Syn. <i>S. caespitosa</i>	Kützing	x	x	x		
<i>Chaetopertis plumosa</i> Syn. <i>Sphacelaria plumosa</i>	(Lyngbye) Kützing	x	x	x		
<i>Petalonia fascia</i>	(O.F. Müller) Kuntze	x			x	
<i>Pylaiella littoralis</i>	(Linnaeus) Kjellmann, 1872	x	x		x	x

*Pankow, 1990; ** Maggs & Hommersand, 1993

Anhang V: Makrofauna-Arten und taxonomische Gruppen der beiden Wasserkörper Neustädter Bucht („BRO/NST“) und Außenschlei („AUS“); die Ziffern 1-4 beschreiben, bei wie vielen Be-
probungen (Untersuchungsmonaten) die Art / das Taxon gefunden wurde. Sessile und „halb-
sessile“ Arten sind unterstrichen.

Phylum	Class	Order	Art	Autor	BRO/NST	AUS
Porifera	Calcarea	Leucosolenida	<u>Leucosolenia botryoides</u>	(Linnaeus, 1767)		1
Porifera	Calcarea	Leucosolenida	<u>Sycon ciliatum</u>	(Fabricius, 1780)		1
Porifera	Demospongiae	Halichondrida	<u>Halichondria panicea</u>	A. Costa, 1866	3	4
Porifera	Demospongiae	Haplosclerida	<u>Chalinula limbata</u>	(Pallas, 1766)	1	3
Cnidaria	Anthozoa	Actinaria	<u>Actinia equina/Urticina felina</u>	(Linnaeus, 1761)	2	4
Cnidaria	Scyphozoa	Semaeostomeae	<u>Aurelia aurita</u>	(Linnaeus, 1758)		4
Cnidaria	Staurozoa	Stauromedusida	<u>Craterolophus convolvulus</u>	(Johnston, 1835)		2
Cnidaria	Staurozoa	Stauromedusida	<u>Haliclystus salpinx</u>	James-Clark, 1863		4
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	<u>Dynamena pumila</u>	(Linnaeus, 1758)		1
Cnidaria	Hydrozoa	Leptothecata	<u>Laomedea / Obelia</u>		1	1
Cnidaria	Hydrozoa	Anthoathekata	<u>Tubularia sp.</u>	Linnaeus, 1757		1
Nemertea	Anopla/Enopla		Nemertine		4	4
Mollusca	Polyplacophora	Chitonia	<u>Lepidochitona cinera</u>			3
Mollusca	Gastropoda	Caenogastropoda	<u>Bittium reticulatum</u>	(da Costa, 1778)	1	1
Mollusca	Gastropoda	Cephalospidea	<u>Retusa trunca</u>	(da Costa, 1778)		1
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	<u>Cingula striata/ Onoba semicos- tata</u>	Valdés, 2008	1	2
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	<u>Hydrobia spp.</u>	(Montagu, 1803)	4	4
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	<u>Littorina littorea</u>	(da Costa, 1778)	4	4
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	<u>Littorina saxatilis</u>	Linnaeus, 1758	4	1
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	<u>Rissoa membranacea</u>	(Olivi, 1792)	4	4
Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	<u>Rissoa parva</u>	(J. Adams, 1800)	4	4
Mollusca	Gastropoda	Nudibranchia	<u>Doris sp.</u>	(da Costa, 1778)	2	
Mollusca	Gastropoda	Nudibranchia	<u>Tenellia sp.</u>	(Ellis & Solander, 1786)		1

Mollusca	Bivalvia	Carditoida	<i>Astarte borealis</i>	(Schumacher, 1817)	1	4
Mollusca	Bivalvia	Carditoida	<i>Astarte elliptica</i>	(Brown, 1827)	1	4
Mollusca	Bivalvia	Carditoida	<i>Astarte montagui</i>	(Dillwyn, 1817)	1	4
Mollusca	Bivalvia	Myoida	<i>Corbula gibba</i>	Olivi, 1792		1
Mollusca	Bivalvia	Myoida	<i>Mya arenaria</i>	Linnaeus, 1758	1	2
Mollusca	Bivalvia	Myoida	<i>Mya truncata</i>	Linnaeus, 1758	1	1
Mollusca	Bivalvia	Myoida	<i>Modiolarca subpictus/ Musculus subpictus</i>	(Cantraine, 1835)	3	4
Mollusca	Bivalvia	Mytiloida	<i>Mytilus edulis</i>	Linnaeus, 1758	4	4
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	<i>Macoma balthica</i>	(Linnaeus, 1758)	1	1
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	<i>Macoma calcarea</i>	(Gmelin, 1791)		2
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	<i>Mysella bidentata / Kurtiella bidenta</i>	(Montagu, 1803)	3	3
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	<i>Parvicardium edule/ Ceras-toderma edule</i>	(Linnaeus, 1758)	1	1
Mollusca	Bivalvia	Veneroida	<i>Parvicardium pinnulatum</i>	(Conrad, 1831)		2
Annelida	Polychaeta	Arenicolida	<i>Arenicola marina</i>	Linnaeus, 1758	4	4
Annelida	Polychaeta	Capitelliida	<i>Capitella capitata</i>	(Fabricius, 1780)		1
Annelida	Polychaeta	Capitelliida	<i>Heteromastus sp.</i>	Eisig, 1887		2
Annelida	Polychaeta	Orbiniida	<i>Scoloplos armiger</i>	(Müller, 1776)	2	3
Annelida	Polychaeta	Paraonida	<i>Aricidea (Acmira) cerrutii</i>	Laubier, 1966	1	1
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Eteone longa</i>	(Fabricius, 1780)	2	2
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Eulalia sp.</i>	Savigni, 1818	1	1
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Eumida sanguinea</i>	(Örsted, 1843)	3	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Exogone naidina</i>	Örsted, 1845	2	1
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Harmothoe imbricata</i>	(Linnaeus, 1767)	4	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Harmothoe impar</i>	(Johnston, 1839)	4	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Bygides sarsi</i>	(Kinberg in Malmgren, 1866)	4	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Hediste diversicolor</i>	(O.F. Müller, 1776)	4	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Kefersteinia cirrata</i>	Johnston, 1836		1

Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Lepidonotus squamatus</i>	(Linnaeus, 1758)		3
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Nephtys</i> sp.	Cuvier, 1817		1
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Nereimyra punctata</i>	(Müller, 1788)	2	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Nereis</i> sp.	Linnaeus, 1758	4	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Pholoe</i> sp.	Johnston, 1839	2	4
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Phyllodoce mucosa</i>	Örstedt (1843)	1	2
Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	<i>Streptosyllis</i> sp.	Webster & Benedict, 1884	1	
Annelida	Polychaeta	Sabellida	<i>Fabricia sabella</i>	(Ehrenberg, 1836)	2	
Annelida	Polychaeta	Sabellida	<i>Fabriciola baltica</i>	Friedrich, 1939	3	4
Annelida	Polychaeta	Sabellida	<u><i>Spirorbis spirorbis</i></u>	(Linnaeus, 1758)		4
Annelida	Polychaeta	Spionida	<i>Polydora ciliata</i>	(Johnston, 1838)	4	4
Annelida	Polychaeta	Spionida	<i>Polydora ligni</i> / <i>cornuta</i>	Bosc, 1802	1	
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Pygospio elegans</i>	Claparède, 1863	4	2
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Ampharete</i> sp.	Malmgren, 1866	2	
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Chaetozone setosa</i>	Malmgren, 1867		3
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Flabelligera affinis</i>	M. Sars, 1829		1
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Lagis koreni</i>	Malmgren, 1866		2
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Neoamphitrite figulus</i>	(Dalyell, 1853)	1	1
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<u><i>Nicolea zostericola</i></u>	Örstedt, 1844	3	4
Annelida	Polychaeta	Terebellida	<i>Pherusa plumosa</i>	(Müller, 1776)	1	1
Annelida	Clitellata		<i>Oligochaeta ind.</i>		4	3
Chelicerata	Arachnida		Acari		3	3
Arthropoda	Pygnogonida	Pantopoda	<i>Nymphon gracile</i>	Leach, 1814	2	4
Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	<u><i>Amphibalanus improvisus</i></u>	(Darwin, 1854)	4	1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	<i>Carcinus maenas</i>	(Linnaeus, 1758)		1
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	<i>Crangon crangon</i>	(Linnaeus, 1758)		2
Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	<i>Palaemon elegans</i>	Rathke, 1837	1	
Arthropoda	Malacostraca	Mysida	<i>Praunus flexuosus</i>	(Müller, 1776)	1	
Arthropoda	Malacostraca	Mysida	<i>Praunus inermis</i>	(Rathke, 1843)	1	

Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Aeginina longicornis</i>	(Krøyer, 1843)		1
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Ampithoe rubricata</i>	(Montagu, 1818)	4	4
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Apherusa bispinosa</i>	(Bate, 1857)		4
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Calliopius laeviusculus</i>	(Krøyer, 1838)	4	3
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Caprella linearis</i>	(Linnaeus, 1767)		3
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Dexamine spinosa</i>	(Montagu, 1813)		2
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Gammarellus homari</i>	(Fabricius, 1779)	3	3
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Gammarus salinus</i>	Spooner, 1947	4	4
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Gitana sarsi</i>	Boeck, 1871	2	4
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	Costa, 1853	4	4
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Monocorophium insidiosum</i>	(Crawford, 1937)	4	4
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Pariambus typicus</i>	(Krøyer, 1884)		3
Arthropoda	Malacostraca	Amphiopoda	<i>Phtisica marina</i>	Slabber, 1769	1	2
Arthropoda	Malacostraca	Cumacea	<i>Diastylis rathkei</i>	(Krøyer, 1841)		1
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	<i>Cyathura carinata</i>	(Krøyer, 1847)	4	3
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	<i>Idotea balthica</i>	(Pallas, 1772)	3	4
Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	<i>Jaera albifrons</i>	Leach, 1814	4	4
Arthropoda	Insecta	Diptera	<i>Nematocera_Larven</i>		4	3
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Amphiblestrum auritum</i>	(Hincks, 1877)	1	2
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Cribrilina punctata</i>	(Hassall, 1841)	2	3
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Electra pilosa</i>	(Linnaeus, 1767)	3	4
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Electra crustulenta</i>		2	4
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Escharella immersa</i>	(Fleming, 1828)	1	1
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Escharoides sp.</i>	Milne Edwards, 1836	1	3
Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	<i>Scruparia ambigua</i>	(d'Orbigny, 1841)	1	
Bryozoa	Gymnolaemata	Ctenostomatida	<i>Flustrellidra hispida</i>	(O. Fabricius, 1780)	2	3
Bryozoa	Gymnolaemata	Ctenostomatida	<i>Alcyonidium gelatinosum</i>	(Linnaeus, 1761)	1	1
Bryozoa	Gymnolaemata	Ctenostomatida	<i>Alcyonidium hirsutum</i>	(Fleming, 1828)	3	4
Echinodermata	Asteroidea	Forcipulatida	<i>Asterias rubens</i>	Linnaeus, 1758	4	4

Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	<i>Echinus esculentus</i>	(Linnaeus, 1758)		1
Echinodermata	Echinoidea	Camarodonta	<i>Psammechinus miliaris</i>	(P.L.S. Müller, 1771)		1
Chordata	Ascidacea	Phlebobranchia	<u><i>Ciona intestinalis</i></u>	(Linnaeus, 1767)	1	2
Chordata	Ascidacea	Stolidobranchia	<u><i>Dendrodoa grossularia</i></u>	(Van Beneden, 1846)	3	4
Chordata	Actinopterygii	Perciformes	<i>Pholis gunnellus</i>	(Linnaeus, 1758)	1	
Chordata	Actinopterygii	Scorpaeniformes	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Linnaeus, 1758		1

Anhang VI: Einfluss der Invertebraten-Arten/Taxa auf Unterschiede zwischen Wasserkörpern und Tiefenstufen.

Tab. A: SIMPER-Analysen zwischen den Wasserkörpern Neustädter Bucht (BRO/NST) und Außenschlei. Nur Arten/Taxa, die zusammen 50 Prozent zur Unterschiedlichkeit beitragen sind aufgeführt

Groups BRO/NST & AUS

Average dissimilarity = 64,22

Species	Group BRO/NST		Group AUS		Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD		
<i>Mytilus edulis</i>	12,00	9,06	5,97	1,37	9,29	9,29
<i>Dendrodoa grossularia</i>	0,09	4,01	4,93	0,82	7,68	16,97
Chironomida_Larven	7,31	2,26	4,25	1,28	6,61	23,59
<i>Eumida sanguinea</i>	2,12	2,62	3,93	1,02	6,11	29,70
<i>Gammarus salinus</i>	5,80	0,76	3,37	1,41	5,25	34,95
<i>Jaera albifrons</i>	4,72	2,94	2,49	1,49	3,88	38,83
<i>Musculus subpictus</i>	0,24	2,43	2,23	1,04	3,48	42,31
<i>Idotea balthica</i>	3,85	1,88	2,09	1,25	3,26	45,57
<i>Apherusa bispinosa</i>	0,00	3,03	2,08	1,30	3,24	48,80
<i>Harmothoe impar/imbricata</i>	2,03	3,01	1,98	1,05	3,08	51,89

Tab. B: SIMPER-Analysen zwischen den Tiefen an Wasserkörpern Neustädter Bucht und Außenschlei. Nur Arten/Taxa, die zusammen 50 Prozent zur Unterschiedlichkeit beitragen sind aufgeführt.

Groups 2 & 6

Average dissimilarity = 51,71

Species	Group 2	Group 6		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss			
<i>Mytilus edulis</i>	21,45	16,33	6,36	1,19	12,29	12,29
Chironomida_Larven	11,33	5,43	4,98	1,16	9,64	21,93
<i>Hydrobia spp.</i>	7,68	1,00	3,98	1,48	7,70	29,63
<i>Mya truncata</i>	7,11	0,81	3,46	0,83	6,68	36,31
<i>Gammarus salinus</i>	8,68	2,80	3,05	1,31	5,89	42,21
<i>Jaera albifrons</i>	7,39	5,96	2,77	1,77	5,36	47,56
<i>Monocorophium insidiosum</i>	5,09	9,68	2,46	1,38	4,76	52,32

Groups 2 & 10

Average dissimilarity = 81,80

Species	Group 2	Group 10		Diss/SD	Contrib%	Cum. %
	Av.Abund	Av.Abund	Av.Diss			
<i>Mytilus edulis</i>	21,45	1,65	12,86	2,55	15,72	15,72

Chironomida_Larven	11,33	0,71	7,71	1,14	9,43	25,14
<i>Hydrobia</i> spp.	7,68	0,00	5,94	1,41	7,26	32,40
<i>Gammarus salinus</i>	8,68	0,59	5,68	1,23	6,95	39,35
<i>Mya truncata</i>	7,11	0,00	4,33	0,84	5,30	44,65
<i>Jaera albifrons</i>	7,39	1,48	3,98	1,79	4,86	49,51
<i>Dendrodoa grossularia</i>	0,00	5,49	3,73	0,96	4,56	54,07

Groups 6 & 10

Average dissimilarity = 70,30

Species	Group 6 Av.Abund	Group 10 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Mytilus edulis</i>	16,33	1,65	13,82	1,66	19,66	19,66
<i>Monocorophium insidiosum</i>	9,68	0,62	7,48	4,14	10,64	30,29
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	5,64	0,75	4,12	3,27	5,87	36,16
<i>Dendrodoa grossularia</i>	0,21	5,49	4,08	0,96	5,81	41,97
Chironomida_Larven	5,43	0,71	4,05	1,20	5,76	47,73
<i>Jaera albifrons</i>	5,96	1,48	3,43	1,78	4,88	52,61

Groups 2 & 15

Average dissimilarity = 87,59

Species	Group 2 Av.Abund	Group 15 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	21,45	2,69	13,13	1,82	14,99	14,99
<i>Chironomida_Larven</i>	11,33	1,68	6,44	1,31	7,35	22,35
<i>Hydrobia spp.</i>	7,68	0,24	5,60	1,59	6,40	28,75
<i>Mya truncata</i>	7,11	0,09	5,27	0,86	6,02	34,77
<i>Gammarus salinus</i>	8,68	1,05	4,97	1,34	5,68	40,45
<i>Jaera albifrons</i>	7,39	0,51	4,52	2,14	5,16	45,61
<i>Calliopius laeviusculus</i>	5,25	0,08	3,71	4,02	4,24	49,85

Groups 6 & 15

Average dissimilarity = 80,23

Species	Group 6 Av.Abund	Group 15 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	16,33	2,69	11,97	2,26	14,92	14,92
<i>Monocorophium insidiosum</i>	9,68	0,36	8,22	2,49	10,25	25,17
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	5,64	0,08	4,77	4,83	5,94	31,11
<i>Jaera albifrons</i>	5,96	0,51	4,66	2,31	5,81	36,92
<i>Chironomida_Larven</i>	5,43	1,68	4,35	1,33	5,42	42,34
<i>Eumida sanguinea</i>	0,64	4,35	3,42	1,28	4,27	46,61
<i>Spirorbis spirorbis</i>	4,08	0,00	3,32	0,79	4,14	50,75

Groups 10 & 15

Average dissimilarity = 59,58

Species	Group 10 Av.Abund	Group 15 Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Eumida sanguinea</i>	4,47	4,35	7,49	3,90	12,58	12,58
<i>Dendrodoa grossularia</i>	5,49	2,51	4,62	0,86	7,76	20,33
MILBEN	0,67	3,56	4,29	1,20	7,21	27,54
<i>Harmothoe impar/imbricata</i>	3,18	4,81	3,67	1,97	6,15	33,69
Nemertea	1,64	2,75	2,84	1,56	4,76	38,45
<i>Musculus subpictus</i>	2,48	0,72	2,65	1,08	4,44	42,90
<i>Mytilus edulis</i>	1,65	2,69	2,33	1,15	3,91	46,81
<i>Chironomida_Larven</i>	0,71	1,68	2,10	0,96	3,53	50,33

Tab. C: SIMPER-Analysen zwischen den Monaten im Wasserkörper Außenschlei. Nur Arten/Taxa, die zusammen 50 Prozent zur Unterschiedlichkeit beitragen sind aufgeführt

Groups sep & apr

Average dissimilarity = 62,70

Species	Group sep Av.Abund	Group apr Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	10,19	3,47	8,58	2,47	13,69	13,69
<i>Apherusa bispinosa</i>	5,78	0,20	5,38	2,19	8,58	22,27
<i>Spirorbis spirorbis</i>	4,77	5,26	5,38	0,76	8,58	30,85
<i>Monocorophium insidiosum</i>	7,67	9,32	4,06	1,41	6,47	37,32
<i>Asterias rubens</i>	5,92	1,24	4,02	4,62	6,42	43,74
MILBEN	0,00	6,29	3,45	2,32	5,51	49,24
<i>Rissoa parva/membranacea</i>	1,94	0,09	3,02	0,99	4,81	54,06

Groups sep & may

Average dissimilarity = 65,20

Species	Group sep Av.Abund	Group may Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	10,19	1,09	5,76	1,25	8,84	8,84
<i>Spirorbis spirorbis</i>	4,77	4,84	3,74	0,57	5,73	14,57
<i>Apherusa bispinosa</i>	5,78	1,09	3,42	1,08	5,24	19,81
<i>Harmothoe impar/imbricata</i>	6,70	2,36	3,26	1,74	4,99	24,80
<i>Monocorophium insidiosum</i>	7,67	2,98	3,10	0,91	4,75	29,55
<i>Mytilus edulis</i>	5,85	3,37	2,96	0,98	4,54	34,09
<i>Asterias rubens</i>	5,92	1,44	2,95	2,07	4,53	38,62
MILBEN	0,00	4,36	2,89	1,45	4,43	43,05
<i>Dendrodoa grossularia</i>	3,55	5,20	2,79	0,73	4,28	47,33
<i>Nicolea zostericola</i>	4,28	0,14	2,62	0,99	4,02	51,35

Groups apr & may

Average dissimilarity = 53,74

Species	Group apr Av.Abund	Group may Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Spirorbis spirorbis</i>	5,26	4,84	5,91	0,87	11,00	11,00
<i>Monocorophium insidiosum</i>	9,32	2,98	4,91	1,26	9,14	20,13
MILBEN	6,29	4,36	3,99	1,40	7,42	27,55
<i>Mytilus edulis</i>	7,12	3,37	3,76	1,16	6,99	34,55
<i>Idotea balthica</i>	3,61	1,76	3,02	1,63	5,62	40,17
<i>Bittium reticulatum</i>	2,44	1,00	2,87	0,85	5,34	45,51
Chironomida_Larven	2,41	1,88	2,41	1,46	4,48	49,99
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	3,47	1,09	2,02	1,39	3,77	53,75

Groups sep & july

Average dissimilarity = 54,96

Species	Group sep Av.Abund	Group july Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Mytilus edulis</i>	5,85	9,06	4,77	0,97	8,68	8,68
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	10,19	3,43	3,63	1,13	6,60	15,29
<i>Harmothoe impar/imbricata</i>	6,70	3,01	2,88	1,34	5,24	20,53
<i>Nicolea zostericola</i>	4,28	0,34	2,68	1,05	4,87	25,41
<i>Asterias rubens</i>	5,92	1,77	2,41	1,77	4,39	29,79
<i>Dendrodoa grossularia</i>	3,55	4,01	2,37	0,64	4,31	34,10
<i>Musculus subpictus</i>	2,87	2,43	2,10	0,73	3,82	37,92
<i>Mya truncata</i>	0,00	3,92	2,03	0,56	3,69	41,61
<i>Apherusa bispinosa</i>	5,78	3,03	1,85	1,19	3,36	44,98
<i>Spirorbis spirorbis</i>	4,77	2,04	1,81	0,46	3,29	48,27
<i>Monocorophium insidiosum</i>	7,67	5,33	1,62	0,91	2,95	51,22

Groups apr & july

Average dissimilarity = 58,46

Species	Group apr Av.Abund	Group july Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Mytilus edulis</i>	7,12	9,06	8,36	1,05	14,30	14,30
<i>Mya truncata</i>	0,00	3,92	5,50	0,97	9,41	23,71
MILBEN	6,29	1,37	3,64	1,68	6,22	29,93
<i>Apherusa bispinosa</i>	0,20	3,03	3,12	2,42	5,34	35,27
<i>Monocorophium insidiosum</i>	9,32	5,33	3,05	1,40	5,22	40,49
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	3,47	3,43	3,05	1,53	5,21	45,70
<i>Jaera albifrons</i>	1,08	2,94	2,94	1,57	5,03	50,73

Groups may & july

Average dissimilarity = 55,60

Species	Group may Av.Abund	Group july Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum. %
<i>Mytilus edulis</i>	3,37	9,06	5,56	0,73	10,01	10,01
<i>Dendrodoa grossularia</i>	5,20	4,01	4,14	0,67	7,44	17,44
MILBEN	4,36	1,37	3,05	1,31	5,49	22,93
<i>Mya truncata</i>	0,00	3,92	2,94	0,56	5,29	28,22
<i>Spirorbis spirorbis</i>	4,84	2,04	2,53	0,46	4,55	32,78
<i>Kurtiella bidentata</i>	2,17	0,57	2,29	0,56	4,12	36,90
<i>Monocorophium insidiosum</i>	2,98	5,33	2,03	0,99	3,65	40,55
<i>Eumida sanguinea</i>	3,38	2,62	1,97	0,82	3,54	44,09

<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	1,09	3,43	1,87	0,88	3,37	47,46
<i>Harmothoe impar/imbricata</i>	2,36	3,01	1,83	0,79	3,30	50,76

Tab. D: SIMPER-Analysen zwischen den Monaten im Wasserkörper Neustädter Bucht. Nur Arten/Taxa, die zusammen 50 Prozent zur Unterschiedlichkeit beitragen sind aufgeführt

Groups sep & apr

Average dissimilarity = 61,53

Species	Group sep Av.Abund	Group apr Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	17,25	13,33	11,55	1,79	18,78	18,78
<i>Hydrobia sp.</i>	4,06	3,34	5,67	1,87	9,21	27,99
<i>Gammarus salinus</i>	3,12	1,39	4,88	1,44	7,94	35,92
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	6,34	0,36	4,47	2,12	7,26	43,19
<i>Rissoa parva/membranacea</i>	2,93	0,71	4,36	1,08	7,09	50,28

Groups sep & may

Average dissimilarity = 53,13

Species	Group sep Av.Abund	Group may Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Polydora ciliata</i>	6,14	0,43	5,70	0,46	10,72	10,72
<i>Mytilus edulis</i>	17,25	13,30	5,18	1,32	9,75	20,48
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	6,34	0,52	4,98	1,13	9,37	29,85
MILBEN	1,12	4,77	3,97	0,81	7,48	37,33
<i>Monocorophium ins.</i>	2,81	0,96	2,65	1,01	4,98	42,31
<i>Jaera albifrons</i>	3,54	1,35	2,53	1,23	4,76	47,07
<i>Gammarus salinus</i>	3,12	3,44	2,32	0,95	4,37	51,43

Groups apr & may

Average dissimilarity = 48,60

Species	Group apr Av.Abund	Group may Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	13,33	13,30	10,40	1,42	21,41	21,41
<i>Hydrobia sp.</i>	3,34	4,14	5,98	1,05	12,31	33,72
<i>Gammarus salinus</i>	1,39	3,44	5,91	1,40	12,16	45,88
<i>Littorina saxatilis</i>	1,97	1,87	2,63	0,76	5,41	51,29

Groups sep & july

Average dissimilarity = 52,37

Species	Group sep Av.Abund	Group july Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	17,25	12,00	6,47	1,15	12,36	12,36
<i>Polydora ciliata</i>	6,14	0,42	5,61	0,44	10,72	23,08

<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	6,34	1,86	4,17	0,81	7,96	31,04
Chironomida_Larven	0,36	7,31	4,16	1,00	7,95	38,98
<i>Monocorophium insidiosus</i>	2,81	2,55	3,26	1,08	6,22	45,20
<i>Gammarus salinus</i>	3,12	5,80	2,43	1,06	4,64	49,85
<i>Jaera albifrons</i>	3,54	4,72	1,76	1,21	3,36	53,21

Groups apr & july
Average dissimilarity = 59,85

Species	Group apr Av.Abund	Group july Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	13,33	12,00	9,27	1,46	15,50	15,50
Chironomida_Larven	1,66	7,31	7,97	1,29	13,32	28,82
<i>Gammarus salinus</i>	1,39	5,80	6,95	2,51	11,61	40,42
<i>Jaera albifrons</i>	1,36	4,72	5,25	2,36	8,77	49,19
<i>Calliopius laeviusculus</i>	0,33	2,81	4,18	2,18	6,98	56,17

Groups may & july
Average dissimilarity = 47,59

Species	Group may Av.Abund	Group july Av.Abund	Av.Diss	Diss/SD	Contrib%	Cum.%
<i>Mytilus edulis</i>	13,30	12,00	7,64	1,10	16,06	16,06
MILBEN	4,77	1,11	4,94	0,92	10,37	26,43
Chironomida_Larven	1,48	7,31	4,48	1,05	9,42	35,85
<i>Jaera albifrons</i>	1,35	4,72	3,15	1,66	6,63	42,48
<i>Idotea balthica</i>	0,84	3,85	2,91	1,44	6,11	48,59
<i>Gammarus salinus</i>	3,44	5,80	2,55	1,15	5,36	53,95

Anhang VII: Vergleich der hier gefundenen Arten mit für die FFH Lebensraumtypen „Riffe“ (1170) und „Flache große Meeresarme und -Buchten (Flachwasserzonen und Seegraswiesen)“ (1160) in den nationalen Berichten an die Europäische Kommission („Report on the main results of the surveillance under article 11 for annex I habitat types (Annex D)“) als typisch genannten Arten.

	gefunden			
Typische Arten – Riffe, CODE 1170	AUS	BRO/NST	Taxon nicht beprobt	
<i>Aythya fuligula</i> / (L.,1758)			x	Vögel
<i>Aythya marila</i> / (L.,1761)			x	
<i>Clangula hyemalis</i> / (L.)			x	
<i>Melanitta fusca</i> / (L.)			x	
<i>Melanitta nigra</i> / (L.)			x	
<i>Somateria mollissima</i> / (L.)			x	
<i>Ctenolabrus rupestris</i> / (L.,1758)			x	Fische
<i>Cyclopterus lumpus</i> / L.,1758	x			
<i>Gadus morhua</i> / L.,1758			x	
<i>Gobiusculus flavescens</i> / (Fabricius,1779)			x	
<i>Liparis liparis</i> / (L.,1758)			x	
<i>Pholis gunnellus</i> / (L.,1758)		x		
<i>Pomatoschistus microps</i> / (Kroyer,1838)			x	
<i>Pomatoschistus minutus</i> / (Pallas,1770)			x	
<i>Ceramium diaphanum</i> (Lightf.) Roth / (Lightf.,1777) Roth,1806				Makroalgen
<i>Ceramium nodulosum</i> / (Lightf.,1777) Ducluz.,1806 = <i>C. virgatum</i> Roth	x	x		
<i>Chorda filum</i> / (L.,1753) Stackh.,1816	x	x		
<i>Delesseria sanguinea</i> / (Huds.,1767) J. V. Lamour.,1813	x	x		
<i>Fucus serratus</i> / L.,1753	x			

<i>Fucus vesiculosus</i> / L., 1753	x	x		
<i>Furcellaria lumbricalis</i> / (Huds.) J. V. Lamour.	x	x		
<i>Laminaria digitata</i> / (Huds., 1762) J.V.Lamour., 1813				
<i>Laminaria hyperborea</i> / (Gunnars) Fossli, 1885			fehlt hier lt. Nielsen Liste	
<i>Laminaria saccharina</i> / (L., 1753) J.V.Lamour., 1813 = <i>Saccharina latissima</i>	x			
<i>Polysiphonia fucoides</i> / (Huds., 1778) Grev., 1824	x	x		
Makrolalgenarten	8/10	6/10		
<i>Buccinum undatum</i> / LINNAEUS 1758				Invertebraten
<i>Neptunea antiqua</i> / LINNAEUS 1758			Seit 1980 keine lebenden Tiere in der Ostsee	
<i>Onchidoris muricata</i> / (O. F. MÜLLER 1776) (als <i>Doris</i> sp.)		x		
<i>Theodoxus fluviatilis</i> / (LINNAEUS 1758)				
<i>Balanus improvisus</i> / Darwin 1854 Syn. <i>Amphibalanus improvisus</i> Darwin, 1884	x	x		
<i>Callipallene brevirostris</i> (Johnston, 1837)			fehlt in der Ostsee	
<i>Carcinus maenas</i>	x			
<i>Ciona intestinalis</i> / (L.)	x	x		
<i>Clava multicornis</i> / (Forskale 1775)				
<i>Dendrodoa grossularia</i> / (Van Beneden)	x	x		
<i>Electra crustulenta</i> / Pallas, 1766	x			
<i>Flabelligera affinis</i> / M. Sars, 1829	x			
<i>Halisarca dujardini</i> / Johnston, 1842				
<i>Halichondria panicea</i> / (Pallas, 1766)	x	x		
<i>Idotea granulosa</i> / Rathke, 1843				
<i>Metridium senile</i> / (L.)				
<i>Nicolea zostericola</i> / (Oersted, 1844)	x	x		

<i>Psammechinus miliaris</i> / (Gmelin)	x			
<i>Saduria entomon</i> / (L., 1758)				
<i>Sertularia cupressina</i> / (L.)				
<i>Streptosyllis websteri</i> / Southern				
Invertebrata-Arten	9/19	6/19		
Typische Arten – Flache große Meeresarme und Buchten, CODE 1160	AUS	BRO/NST	Taxon nicht beprobt	
<i>Anser albifrons</i> / (Scop.,1789)			x	Vögel
<i>Anser anser</i> / (L.,1758)			x	
<i>Anser fabalis</i> / (Lath.,1787)			x	
<i>Aythya fuligula</i> / (L.,1758)			x	
<i>Aythya marila</i> / (L.,1761)			x	
<i>Bucephala clangula</i> / (L.)			x	
<i>Clangula hyemalis</i> / (L.)			x	
<i>Cygnus cygnus</i> / (L.)			x	
<i>Cygnus olor</i> / (Gm.)			x	
<i>Melanitta nigra</i> / (L.)			x	
<i>Mergus merganser</i> / L.			x	
<i>Mergus serrator</i> / L.			x	
<i>Podiceps cristatus</i> / (L.)			x	
<i>Podiceps grisegena</i> / (Boddaert,1783)			x	
<i>Somateria mollissima</i> / (L.)			x	
<i>Clupea harengus</i>			x	Fische
<i>Ctenolabrus rupestris</i> / (L.,1758)			x	
<i>Cyclopterus lumpus</i> / L.,1758	x			
<i>Esox lucius</i> / L.,1758			x	
<i>Gadus morhua</i> / L.,1758			x	
<i>Gasterosteus aculeatus</i> / L.,1758			x	
<i>Gobiusculus flavescens</i> / (Fabricius,1779)			x	
<i>Liparis liparis</i> / (L.,1758)			x	

<i>Nerophis ophidion</i> / (L.)			x	
<i>Perca fluviatilis</i> / L., 1758			x	
<i>Pholis gunnellus</i> / (L., 1758)		x		
<i>Platichthys flesus</i> / (L., 1758)			x	
<i>Pleuronectes platessa</i> / L., 1758			x	
<i>Pomatoschistus microps</i> / (Kroyer, 1838)			x	
<i>Pomatoschistus minutus</i> / (Pallas, 1770)			x	
<i>Spinachia spinachia</i> / (L., 1758)			x	
<i>Stizostedion lucioperca</i> / (L., 1758)			x	
<i>Delesseria sanguinea</i> / (Huds., 1767) J. V. Lamour., 1813	x	x		Makroalgen
<i>Fucus serratus</i> / L., 1753	x			
<i>Fucus vesiculosus</i> / L., 1753	x	x		
<i>Furcellaria lumbricalis</i> / (Huds.) J. V. Lamour.	x	x		
<i>Laminaria saccharina</i> / (L., 1753) J.V.Lamour., 1813 Syn. <i>Saccharina latissima</i>	x			
Makroalgenarten	5/5	3/5		
<i>Abra alba</i> / WOOD 1802			x	Invertebarten
<i>Arctica islandica</i> / (LINNAEUS 1767)			x	
<i>Cerastoderma glaucum</i> / POIRET 1789				
<i>Corbula gibba</i> / (OLIVI 1792)	x			
<i>Hydrobia stagnalis</i> / BASTER 1765 Syn. <i>Heleobia ventrosa</i>	<i>Hydrobia</i> sp.	<i>Hydrobia</i> sp.		
<i>Hydrobia ulvae</i> / (PENNANT 1777)	<i>Hydrobia</i> sp.	<i>Hydrobia</i> sp.		
<i>Macoma balthica</i> / (LINNAEUS 1758)	x	x		
<i>Mya arenaria</i> / LINNAEUS 1758	x	x		
<i>Mya truncata</i> / (LINNAEUS 1758)	x	x		
<i>Mysella bidentata</i> / (MONTAGU 1803) Syn. <i>Kurtiella bidentata</i> (Montagu, 1803)	x	x		
<i>Mytilus edulis</i> / LINNAEUS 1758	x	x		
<i>Parvicardium pinnulatum</i> / CONRAD 1831	x	x		
<i>Scrobicularia plana</i> / (DA COSTA 1778)			bis 15 cm tief im	

			Sediment vergraben
<i>Anaitides mucosa</i> / (Oersted, 1843) Sy. <i>Phyllodoce mucosa</i>	x		heißt nun <i>Phyllodoce mucosa</i>
<i>Arenicola marina</i> / (Linnaeus, 1758)	x	x	
<i>Bylgides sarsi</i> / Malmgren, 1867 früher <i>Harmothoe sarsi</i>	x	x	
<i>Capitella capitata</i> / (Fabricius, 1780)	x		
<i>Ciona intestinalis</i> / (L.)	x	x	
<i>Corophium crassicorne</i>			lebt im Sand eingraben
<i>Corophium volutator</i>			
<i>Cyathura carinata</i>		x	
<i>Cyathura cyathura</i>			unbekannt*
<i>Diastylis rathkei</i>	x		
<i>Dipolydora quadrilobata</i> / Jacobi, 1883			
<i>Eteone cf. longa</i> / (Fabricius, 1780)	x	x	
<i>Gastrosaccus spinifer</i>			
<i>Halicryptus spinulosus</i> / von Siebold, 1894			lebt in schwefelhaltigen, sauerstoffarmen Schlammböden
<i>Hediste diversicolor</i> / O. F. Müller, 1776	x	x	
<i>Heteromastus filiformis</i> / (Claparède, 1864)	x		
<i>Lagis koreni</i> / Malmgren, 1866	x		
<i>Manayunkia aestuarina</i> / (Bourne, 1883)			
<i>Marenzelleria viridis</i> / (Verrill, 1873)			tief im Sand und Schlamm vergraben
<i>Microdeutopus gryllotalpa</i>	x	x	
<i>Nephtys caeca</i> / (Fabricius, 1780)	<i>Nephtys</i> sp.		
<i>Nephtys ciliata</i> / (O. F. Müller, 1776)			
<i>Nephtys hombergi</i> / Savigny, 1818			
<i>Polydora ciliata</i> / (Johnston, 1838)	x	x	
<i>Pygospio elegans</i> / Claparède, 1863	x	x	

<i>Scoloplos armiger</i> / (O. F. Müller, 1776)	x	x		
<i>Sphaeroma hookeri</i>			jetzt: <i>Lekanesphaera hookeri</i> ; tagsüber unter Steinen und Muschelschalen	
<i>Streblospio benedicti</i> / Webster				
<i>Terebellides stroemi</i> / M. Sars			baut dicke Röhren in schlammigen Böden	
<i>Trochochaeta multisetosa</i> / (Oersted, 1843)				
<i>Tubificoides benedeni</i> / Udekem, 1855	(x)	(x)	nicht auf Artniveau bestimmt	
<i>Tubifex costatus</i> / Claparède, 1863	(x)	(x)	nicht auf Artniveau bestimmt	
Invertebrata Arten	26/36	19/36		
<i>Potamogeton pectinatus</i> / Linnaeus			x	Gefäßpflanzen
<i>Ruppia cirrhosa</i> / (Petagna) Grande			x	
<i>Ruppia maritima</i> / Linnaeus			x	
<i>Zannichellia palustris</i> / Linnaeus			x	
<i>Zostera marina</i> / Linnaeus			x	

*Die Isopodenart *Cyathura cyathura* gibt es lt. WORMS (world register of marine species) nicht.